

REUTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS NA CONSTRUÇÃO

PEDRO DIOGO REIS SILVA

Relatório de Projecto submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Alfredo Soeiro

JULHO DE 2008

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2007/2008

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-508 1446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2007/2008 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2008*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respectivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão electrónica fornecida pelo respectivo Autor.

Aos meus Pais e Irmãos

“Deus Quer, o Homem Sonha, a Obra Nasce”

Fernando Pessoa

AGRADECIMENTOS

Este projecto é o culminar de todo um trabalho desenvolvido ao longo deste último ano académico, que apenas foi possível com o apoio de um número considerável de pessoas. Por esta razão, desejo expressar os meus sinceros agradecimentos:

Ao Professor Doutor Alfredo Soeiro, que como orientador, se mostrou sempre disponível no atendimento, na coordenação e no apoio à elaboração do trabalho. Pelas suas críticas e sugestões sempre oportunas, que contribuíram para o êxito deste trabalho.

Aos meus pais e irmãos, pela paciência e sensatez com que sempre me ajudaram e pelo apoio incondicional nos momentos mais difíceis ao longo deste percurso académico.

A Sílvia Correia, que com o seu amor e carinho, sempre me apoiou e ajudou, dando-me força e coragem para continuar num bom caminho. Pelas suas opiniões importantes, que ajudaram na elaboração de um trabalho melhor e mais completo.

A Manuela Correia, pela sua disponibilidade e ajuda na tradução de alguns elementos do trabalho.

A todos os amigos e colegas, pelo companheirismo e alegria com que sempre me brindaram, em todas as fases deste percurso académico, e que muitas boas recordações deixaram.

E a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a elaboração do trabalho e que partilharam comigo os seus conhecimentos.

RESUMO

O consumo ineficiente de matérias-primas e a falta de gestão dos resíduos que se verifica em todo o processo construtivo no sector da construção civil, são umas das causas primordiais do crescimento generalizado da produção de Resíduos da Construção e Demolição - RCD - neste sector. Observa-se que dentro da União Europeia a 15, Portugal juntamente com Espanha e Grécia, apresenta a taxa mais baixa de reciclagem de RCD. Afigura-se por isso da maior importância, a procura de novas formas de gestão, que privilegiem a reutilização e a reciclagem de RCD em detrimento do seu envio para aterro e que promovam a competitividade e a própria sustentabilidade do sector da construção civil. O estudo do ciclo de vida dos materiais e a sua interacção com o ciclo de vida das construções, permitiram compreender a necessidade de uma gestão integrada dos RCD, baseada numa hierarquia e apoiada por princípios de gestão.

Este trabalho surge enquadrado na necessidade de se actuar na redução da produção dos RCD. Neste sentido, desenvolveu-se um guia para a reutilização de materiais e de elementos construtivos provenientes de operações de reabilitação, manutenção e demolição. O reaproveitamento dos materiais e elementos resultantes deste tipo de operações só é possível através de uma gestão organizada e devidamente apoiada em procedimentos pré-definidos e em técnicas adequadas. Deste modo, procurou-se estabelecer alguns critérios de avaliação e de intervenção sobre materiais e elementos construtivos, que potenciem a sua reutilização. O estudo dos custos envolvidos em todo o processo e a legislação em vigor foram também alguns dos aspectos abordados. Por fim, e sendo a gestão o factor determinante para a qualidade e viabilidade de um projecto de reutilização, propôs-se como deve ser elaborado e implementado um plano de gestão.

Os resultados obtidos no caso prático foram muito satisfatórios. Demonstrou-se que em projectos de reabilitação, manutenção e demolição, a reutilização de materiais e de elementos construtivos é possível e viável. Contudo, o sucesso desta técnica depende da sensibilidade do responsável pela avaliação do edifício e do empreiteiro responsável pela remoção dos materiais e dos elementos construtivos. A reutilização de materiais e de elementos construtivos pode muitas vezes mostrar-se mais vantajoso, quer a nível económico, funcional e estético, que a adopção de materiais e elementos novos. Esta apreciação deve ser feita tendo em consideração alguns aspectos, como os custos, a aparência, a funcionalidade, a manutenção e o tempo de vida útil pretendido para o material ou para o elemento construtivo.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos da Construção e Demolição, Gestão na Construção de RCD, Desconstrução, Reutilização, Guia para a Reutilização.

ABSTRACT

The inefficient use of raw materials and the lack of wastes management that is observed during all the constructive process in the Civil Engineering sector, are some of the major causes of the generalized increase in the production of Construction and Demolition Waste - RCD, in this sector. Nowadays, within the European Union of 15, Portugal as well as Spain and Greece have the lowest rate of RCD recycling. Therefore, it is of the utmost importance the search for new management practices that privilege the reuse and the recycling of RCD instead of its disposal in landfills and that may promote the competitiveness and the sustainability of the civil engineering sector. The life cycle assessment of the materials and its interaction with the constructions life cycle allowed understanding the need for integrated RCD management, based in an hierarchy and supported by the management principles.

The present study is motivated by the need for acting in the reduction of RCD production. In this way, a guide for the reuse of materials and constructive elements proceeding from rehabilitation, maintenance and demolition operations was developed. The use of these materials and elements resulting from this kind of operations is only possible through an organized management and properly supported in pre-defined procedures and adequate techniques. Thus, the establishment of some evaluation and intervention criteria on the materials and constructive elements, in order to increase their reuse was attempted. The study of the costs involved in all the process and the applicable legislation were also considered in this study. Finally, and being management the determining factor for the quality and viability of a reuse project, the guidelines for the elaboration and implementation of a management plan were proposed.

The results obtained by the application of the proposed methodology to a practical case were very satisfactory. The reuse of materials and constructive elements in rehabilitation projects was shown to be possible and viable. However, the success of this technique is highly dependent on the consciousness of the responsible by the evaluation of the building and that of the contractor in charge for the removal of the materials and constructive elements. The reuse of these materials and constructive elements can be, in many cases, more advantageous, either economically, functionally and aesthetically than the use of new materials and elements. This assessment has to be done considering some aspects, like costs, appearance, functionality, maintenance and the lifetime that is intended for the material or for the constructive element.

KEYWORDS: Construction and Demolition Waste, RCD Management in Construction, Deconstruction, Reuse, Guidelines for Reuse

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
 1. INTRODUÇÃO	 1
1.1. PROBLEMÁTICA	1
1.2. CAMPO DE APLICAÇÃO	2
1.3. MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO	2
1.4. ORGANIZAÇÃO	3
 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	 5
2.1. INTRODUÇÃO	5
2.2. PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO	5
2.3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.3.1. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	5
2.3.2. GESTÃO DOS RCD	11
2.3.3. REUTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO	20
2.4. CONCLUSÕES	33
 3. CASOS DE ESTUDO	 35
3.1. INTRODUÇÃO	35
3.2. MÉTODO	35
3.3. DESCRIÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO	35
3.3.1. CARACTERIZAÇÃO E DESTINOS DOS RCD NA ZONA LITORAL NORTE	35
3.3.2. DESCONSTRUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO EM LIEVENDAAL	37
3.3.3. RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE JANELAS	39
3.3.4. REUTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS EM VANCOUVER	41
 4. GUIA PARA A REUTILIZAÇÃO	 45
4.1. INTRODUÇÃO	45
4.2. GUIA PARA A REUTILIZAÇÃO	45

4.2.1. ESTUDO DE VIABILIDADE DO PROJECTO	46
4.2.2. INVENTARIAÇÃO DO EDIFÍCIO	46
4.2.3. ESTIMATIVAS DE CUSTOS	50
4.2.4. LICENÇAS E LEGISLAÇÃO EM VIGOR	51
4.2.5. PLANO DE GESTÃO	51

5. APLICAÇÃO PRÁTICA..... 59

5.1. INTRODUÇÃO59

5.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO..... 59

5.2.1. APRESENTAÇÃO DO CASO PRÁTICO

59

5.2.2. AVALIAÇÃO GERAL DO PROJECTO..... 60

5.2.3. INVENTARIAÇÃO DO PROJECTO

61

5.2.4. CONSIDERAÇÕES NA APLICAÇÃO DO CASO PRÁTICO

61

5.2.5. ANÁLISE DE RESULTADOS

62

5.3. CONCLUSÃO..... 64

5.4. PROPOSTA DE MELHORIA..... 64

6. CONCLUSÕES..... 67

6.1. CONCLUSÕES67

6.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS..... 68

BIBLIOGRAFIA 71

ANEXOS 77

A.1. RELATÓRIO TIPO DA PRIMEIRA INSPECÇÃO AO EDIFÍCIO79

A.2. CÓDIGOS LER - PORTARIA 209/2004 - RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO..... 83

A.3. FOLHA PARA INVENTARIAÇÃO DO EDIFÍCIO..... 89

A.4. FOLHAS DE INVENTARIAÇÃO DO CASO PRÁTICO & REGISTO FOTOGRÁFICO93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Percurso dos RCD - Gestão eficiente.....	9
Figura 2 - Percurso dos RCD - Gestão pouco eficiente.....	10
Figura 3 - Percurso dos RCD - Sem gestão	10
Figura 4 - Componentes da Gestão dos Resíduos.....	12
Figura 5 - Etapas principais a desenvolver num SGA	14
Figura 6 - Gestão integrada dos RCD.....	15
Figura 7 - Hierarquia da gestão dos Resíduos	16
Figura 8 - Como aplicar a hierarquia da gestão dos resíduos	16
Figura 9 - Ciclo dos 3 R's	17
Figura 10 - Resultados de duas demolições.....	24
Figura 11 - Resultado de uma desconstrução	25
Figura 12 - Os 4 cenários para a reutilização dos materiais no ambiente da construção	28
Figura 13 - Recuperação de tijolos	30
Figura 14 - Reutilização de tijolos	30
Figura 15 - Recuperação e tratamento de componentes de madeira	31
Figura 16 - Reutilização de componentes de madeira	31
Figura 17 - Zonas em estudo	36
Figura 18 - Habitações antes e após renovação	39
Figura 19 - Remoção do vidro.....	40
Figura 20 - Raspagem da tinta.....	40
Figura 21 - Principais materiais reutilizados no projecto	41
Figura 22 - Planeamento dos trabalhos	42
Figura 23 - Exemplo da reutilização de elementos de iluminação e janelas	42
Figura 24 - Exemplo da reutilização de uma porta	43
Figura 25 - Exemplo da reutilização de vigas de madeira	43
Figura 26 - Aspectos a considerar na elaboração de um plano de gestão	51
Figura 27 - Processos a considerar no plano de gestão	54
Figura 28 - Exemplo de um contentor para armazenamento	56
Figura 29 - Exemplo de um contentor para armazenamento	56
Figura 30 - Exemplo de recipientes para armazenamento	57
Figura 31 - Exemplo de recipientes para armazenamento	57
Figura 32 - Planta da Cave	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Taxas de crescimento anuais dos segmentos do sector da construção	6
Tabela 2 - Estimativas para a Produção de RCD, a nível Nacional	7
Tabela 3 - Composição RCD	8
Tabela 4 - Potencial de reaproveitamento de resíduos	11
Tabela 5 - Composição dos RCD em percentagem de massa.....	36
Tabela 6 - Destinos dos RCD em percentagem de massa.....	37
Tabela 7 - Categorias de elementos recuperados.....	38
Tabela 8 - Tratamentos aplicados aos elementos reutilizados.....	38
Tabela 9 - Folha para inventariação do edifício	48
Tabela 10 - Lista com elementos com potencial de reutilização e reciclagem.....	49
Tabela 11 - Descrição geral do projecto	60
Tabela 12 - Destinos dos materiais e dos elementos construtivos.....	62
Tabela 13 - Estado de conservação dos materiais e dos elementos construtivos	63

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Destinos dos materiais e dos elementos construtivos em percentagem	63
Gráfico 2 - Estado de conservação dos materiais e dos elementos construtivos	63

INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMÁTICA

A construção é uma actividade ancestral. O seu desenvolvimento acelerado e descontrolado nas últimas décadas tem contribuído para um maior consumo ineficiente de materiais e de matérias-primas, originando a produção de resíduos em grande escala. Aos resíduos resultantes do sector da construção e que acabam por ser inutilizados denominam-se por Resíduos de Construção e Demolição (RCD). O fluxo dos RCD é um dos fluxos considerados prioritários, tanto na estratégia da Comunidade Europeia, como em Portugal, devido às quantidades produzidas e aos seus impactos. Estima-se que anualmente no seio da União Europeia este sector seja responsável pela produção de cerca de 180 milhões de toneladas de RCD. Note-se porém, que existem grandes diferenças em termos de políticas de gestão destes resíduos, pelo que existem países onde a reciclagem de RCD se tornou uma prática corrente e outros onde praticamente esta ainda não se realiza. Portugal contribui com uma grande parte para estes valores, pois juntamente com Espanha e Grécia, apresenta a taxa mais baixa de reciclagem dos RCD. Por outro lado, a Holanda, Bélgica e Dinamarca, apresentam as taxas de reciclagem mais elevadas, chegando a atingir taxas na ordem dos 90%. Estas diferenças relacionam-se também com a situação dos mercados locais, com a densidade populacional e o nível de industrialização de cada país. [1,2,3,4]

O consumo descontrolado de recursos naturais e a produção em grande escala de resíduos resultantes da construção e demolição está a afectar o meio ambiente e a interacção homem natureza. A deposição de RCD descontroladamente em aterros, cujos espaços começam a ser cada vez mais valorizados, acarreta riscos ambientais que podem ser prejudiciais à saúde do homem, como o efeito de estufa ou as variações climáticas. [5]

O crescimento de RCD cada vez mais diversificados emerge das crescentes exigências técnicas e legais que são implementados para melhorar a qualidade, conforto e a segurança de todos aqueles que utilizam as construções. As especificações impostas pela legislação são cada vez mais apertadas e rígidas, fomentando assim a aplicação de novos materiais, de novas técnicas construtivas, que por sua vez originam a produção de mais resíduos e de tipo mais diversificado.

Os diplomas legais que regem os resíduos da construção eram até à data muito incapazes (DL178/2006), não só devido ao carácter geograficamente disperso e temporário das obras que dificultam o controlo e a fiscalização, mas também devido à heterogeneidade que estes apresentam. Porém, recentemente, foi aprovado um novo regime de gestão de resíduos que incide especificamente sobre os RCD, procurando assim colmatar a falha que anterior havia na gestão dos mesmos. [1,6]

Este sector está intimamente ligado ao grau de desenvolvimento da economia do país, da conjuntura económica, do investimento noutros sectores, quer sejam eles públicos ou privados e de importantes decisões políticas. Tendências positivas na economia traduzem-se no aumento da produção na construção civil e consequente aumento da produção de RCD. [7,8]

Assume particular importância, a falta de sensibilização e de formação das pessoas envolvidas em todo o processo da construção e demolição. Isto origina uma despreocupação e indiferença por parte de quem lida diariamente com os resíduos em obra, contribuindo para o aumento inconsciente do volume destes. [6,9]

1.2. CAMPO DE APLICAÇÃO

O sector da construção civil é um importante sector económico em Portugal que se distingue dos restantes sectores de actividade devido às especificidades que lhe são inerentes ao nível da produção e do próprio mercado de trabalho. Este sector tem vindo a sofrer sucessivas mudanças quer ao nível da forma de pensar na construção, quer ao nível da forma de produzir a obra. Estas mudanças devem-se fundamentalmente à necessidade que as empresas têm de se tornarem mais sustentáveis e consequentemente mais competitivas no seu mercado de trabalho. [5,10]

É pois evidente a necessidade de procurar novas formas de produzir, formas estas que promovam uma maior sustentabilidade e competitividade através da diminuição do consumo de recursos e da produção de RCD. Neste sentido, deverá seguir-se uma hierarquia preferencial que passa pela prevenção (redução), valorização (reutilização e reciclagem) e deposição final em aterro. [5,11,12]

A gestão dos RCD é considerada uma tarefa chave para um desenvolvimento sustentável. Deve estar implícita desde o início do projecto, através do desenvolvimento de técnicas e de soluções construtivas que privilegiem a redução da produção de resíduos e sempre apoiada por uma correcta triagem e aproveitamento e/ou valorização destes, nas fases seguintes. As vantagens decorrentes da aplicação destas medidas traduzem-se na redução de custos, com o depósito em aterro e com a reutilização de materiais em obra, e na diminuição do consumo de recursos naturais. [1]

Todavia a reutilização, a reciclagem ou qualquer outra forma de valorização de RCD obrigam à criação de condições em obra para uma adequada triagem dos materiais e dos resíduos. Diante das dificuldades descritas acima, pretende-se demonstrar a viabilidade da reutilização de elementos construtivos na construção como forma de valorização de RCD e apresentar uma metodologia para a triagem e separação em obra, de materiais e resíduos com elevado potencial de reutilização. Este trabalho incide sobre operações de manutenção/reabilitação e demolição de edifícios, não se excluindo porém, a sua aplicabilidade noutras operações.

1.3. MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

No que diz respeito à metodologia de investigação, numa primeira fase opta-se por identificar a problemática e o campo de aplicação sobre qual o tema se debruça, através da pesquisa bibliográfica de ordem crescente de complexidade e de profundidade. Após o estudo das características do RCD e do seu impacto no sector da construção civil, procurou-se reconhecer a necessidade da gestão destes resíduos e as acções desenvolvidas nesse sentido. Nesta etapa foi fundamental o estudo de técnicas e métodos associados à gestão dos RCD e a compreensão da interacção que entre eles deve existir. Posteriormente, e assimilados os conhecimentos, direccionou-se a pesquisa bibliográfica a técnicas de redução, reutilização e reciclagem como forma de valorização de resíduos.

Por fim, e no âmbito deste trabalho, aprofundou-se o conhecimento quanto à reutilização de materiais e de elementos construtivos na construção, através da análise de casos de estudo e de bibliografia específica sobre esta matéria.

1.4. ORGANIZAÇÃO

Este trabalho está dividido em 6 capítulos, os quais são brevemente descritos a seguir.

Capítulo 1 - Introdução - Este capítulo apresenta a contextualização deste trabalho de pesquisa;

Capítulo 2 - Revisão bibliográfica - Neste capítulo apresenta-se o enquadramento teórico sobre os principais temas estudados neste trabalho, envolvendo a produção de RCD e sua caracterização, os destinos dos RCD e os seus respectivos impactos; a gestão dos RCD e seus benefícios e dificuldades na sua implementação; a legislação em vigor; a hierarquia na gestão dos resíduos e os seus princípios; a reutilização e a desconstrução como métodos de valorização de RCD e alguns exemplos de reutilização de materiais; Procura-se também sensibilizar para esta realidade, uma realidade possível e vantajosa, onde todos ficam a ganhar;

Capítulo 3 - Casos de estudo - Este capítulo apresenta-se alguns casos de estudo relativamente à reutilização de RCD:

- Caracterização e destinos dos RCD na Zona Litoral Norte de Portugal;
- Desconstrução de uma habitação em Lievendaal;
- Recuperação e restauração de janelas;
- Reutilização de elementos construtivos em Vancouver.

Capítulo 4 - Guia para a Reutilização - Corresponde à parte mais importante do corpo do trabalho e consiste na elaboração de um conjunto de metodologias para a reutilização de materiais e de elementos construtivos. Pretende-se com este conjunto de metodologias avaliar o potencial de reutilização de materiais e elementos construtivos e promover a sua triagem e separação em obra, para que possam ser recuperados em bom estado e ser novamente reutilizados.

Capítulo 5 - Aplicação a um caso prático - Neste capítulo expõe-se a aplicação do guia para a reutilização a um caso real e demonstram-se os resultados obtidos. Da análise dos resultados, retiram-se algumas conclusões e propõem-se alguns ajustes e melhorias.

Capítulo 6 - Conclusões - Neste capítulo estão descritas as conclusões finais obtidas durante este trabalho, apontando os seus aspectos mais relevantes. Verifica-se também a hipótese que levou ao desenvolvimento deste trabalho e comentam-se algumas dificuldades na elaboração do trabalho. Por fim deixam-se algumas sugestões para futuros trabalhos a desenvolver.

2

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo visa o estudo aprofundado da problemática dos RCD nas operações de Reabilitação/Manutenção e Demolição. É certo que todo o processo de construção, nas suas diversas fases, envolve o consumo ineficiente de recursos e consequente produção de resíduos. O âmbito deste trabalho cinge a sua aplicação às operações acima mencionadas pois são aquelas cujos elementos construtivos têm uma maior capacidade de ser reutilizados antes de serem tomados como resíduos.

2.2. PROCESSO DE INVESTIGAÇÃO

Dada a escassa bibliografia sobre este domínio, a pesquisa foi elaborada principalmente com recurso à “Internet”. Numa primeira fase a pesquisa incidiu sobre documentos portugueses que caracterizassem o sector da construção civil em Portugal e os respectivos índices de produção de RCD. Para estimar as quantidades envolvidas e tipificar os materiais intervenientes, procedeu-se também a uma recolha de dados ao nível do Instituto Nacional de Resíduos (INR) e das Universidades do País, apoiada com alguns dados da União Europeia (UE). Numa segunda fase, a pesquisa bibliográfica específica incidiu sobre a gestão dos RCD através da recolha de informação disponível na Universidade da Florida e apoiada em trabalhos de algumas faculdades e empresas prestadoras de serviços de gestão. Posteriormente e assimilados os conhecimentos, direccionou-se a pesquisa bibliográfica a técnicas de redução, reutilização e reciclagem como forma de valorização de resíduos, através da recolha de dados muito importantes, uma vez mais, disponíveis na Universidade da Florida e por empresas de reutilização sediadas nos Estados Unidos da América.

2.3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.3.1. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Caracterização do Sector da Construção Civil

O sector da construção estrutura-se em quatro segmentos:

- Manutenção e Recuperação;
- Residencial;
- Engenharia Civil (obras de arte);
- Não Residencial.

Os segmentos com maior peso na estrutura produtiva em Portugal, contrariamente ao que se verifica no resto da Europa, são o Residencial e a Engenharia civil. Na Europa verifica-se que o segmento da manutenção e recuperação é aquele que tem maior peso na produção e que tem registado maior crescimento nos últimos anos, não só devido ao estado de desenvolvimento económico de cada país, mas também devido às crescentes exigências dos consumidores em termos de conforto, segurança e utilização. Em Portugal, a reduzida expressão e expansão deste segmento é explicada com a forte emigração e êxodo rural, com a falta de investimento, com a inexistência de mercado de arrendamento competitivo e atractivo, com as crescentes facilidades no acesso ao crédito para compra de habitação e com o valor patrimonial da propriedade como característica nacional. [7]

Crescimento da produção de RCD

Sendo o sector da construção uma actividade tendencialmente pró-cíclica, a sua dinâmica está frequentemente associada às fases positivas e negativas que a economia global atravessa. Na Tabela 1 encontram-se as taxas de crescimento anuais de cada segmento segundo o Euroconstruct (Organismo formado por representantes do sector da construção de 19 países - países da Europa Ocidental (países da União Europeia, à excepção da Grécia, a que se juntou a Suíça) e os países da Europa Central (República Checa, Hungria, Polónia e República Eslovaca)).

Tabela 1 - Taxas de crescimento anuais dos segmentos do sector da construção

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Manutenção e recuperação	-	9.6	6.4	8.2	7.5	12.1	15.7
Residencial	12.0	8.8	11.0	8.0	2.0	-7.5	-10.0
Engenharia Civil	15.8	4.8	-1.0	4.5	7.5	14.5	15.0
Não Residencial	11.0	-0.1	-1.5	3.0	5.0	10.0	6.8

Fonte: [7]

O sector da construção civil é um dos sectores que mais se desenvolveu nos últimos anos. Durante esta evolução tem-se verificado que, apesar dos constrangimentos, a actividade de reabilitação e manutenção tem-se intensificado.

Verifica-se que o segmento da reabilitação e manutenção, que inclui operações de demolições, é o principal responsável no sector da construção civil pelo desperdício de grandes quantidades de materiais. Assim, a evolução do deste segmento traduz-se no aumento da produção de RCD e na crescente dificuldade da sua gestão. [7,13]

Actualmente a informação existente relativamente à produção de RCD em Portugal é muito escassa sendo por isso muito difícil de quantificar a sua dimensão. Alguns estudos elaborados pelo antigo Instituto Nacional de Resíduos (INR) em conjunto com as faculdades da Universidade do Minho e do

Instituto Superior Técnico (IST) apresentam estimativas da produção de RCD a nível nacional. Na Tabela 2 é possível analisar as estimativas realizadas. [14]

Tabela 2 - Estimativas para a Produção de RCD, a nível Nacional

Produção de RCD (t)	Ano	Observações
10 931 628 ^(a)	1995	Valores obtidos com recurso a métodos de selecção de amostra regional (empresas com mais de 20 empregados), com inquéritos e entrevista directa.
7 690 749 ^(a)	1997	Valores obtidos com recurso a métodos de selecção de amostra regional (empresas com mais de 20 empregados), com inquéritos e entrevista directa.
219 040 ^(b)	1999	Relativo à classe 17 do antigo código CER (resíduos resultantes das actividades industriais).
1 282 673 ^(c)	2001	Com base nos mapas anuais de registos de resíduos disponíveis (resíduos resultantes das actividades industriais).
22 194 350 ^(d)	2002	Estimativa para a Área Metropolitana do Porto.
4 403 779 ^(e)	2002	Estimativa Nacional.

Fonte: [14]

^(a) Instituto Nacional de Estatística;

^(b) Plano Estratégico de Gestão de Resíduos Industriais (PESGRI);

^(c) Estudo de Inventariação de Resíduos Industriais - Relatório Síntese;

^(d) Estudos realizados para a Área Metropolitana do Porto. Não contempla os resíduos de solos e asfalto nos RCD, o que não acontece nos outros casos;

^(e) Estudo académico realizado por alunos do IST; nesta estimativa não foram contemplados os solos e o coberto vegetal.

Classificação e caracterização do RCD

Define-se RCD como sendo “o resíduo proveniente de obras de construção, reconstrução, ampliação, alteração, conservação e demolição e da derrocada de edificações”. [15]

De acordo com a Lista Europeia de Resíduos (LER), os resíduos da construção e demolição são genericamente classificados no capítulo 17. Todavia existem outros resíduos cuja classificação não consta neste capítulo mas que podem ser equiparados a resíduos da construção e demolição. A classificação dos RCD é feita através de códigos de 6 dígitos, onde os dois primeiros identificam a

fonte geradora de resíduos e os restantes o tipo de resíduos. Os códigos de identificação e respectiva classificação dos RCD terão sempre os dois primeiros dígitos iguais a 17. Seguem-se alguns exemplos: [16,17]

- 17 01 01 - Betão;
- 17 01 02 - Tijolos;
- 17 02 01 - Madeira.

A composição dos RCD depende da sua origem, da época da infraestrutura de onde estes surgem, do tipo de soluções existentes e dos critérios utilizados para a sua classificação e medição. Na Tabela 3 estão expressos, genericamente, os pesos dos principais materiais na composição do RCD em Portugal. [18]

Tabela 3 - Composição RCD

Materiais	% do peso total
Betão, alvenaria e argamassa	50
Madeira	5
Papel, cartão, outros combustíveis	1-2
Plásticos	1-2
Metais (aço incluído)	5
Solos de escavação, brita de restauração de pavimentos	20-25
Asfalto	5-10
Lamas de dragagem e perfuração	5-10

Fonte: [18]

Consumo de Recursos e respectivos impactos

A existência do ser humano está a ser ameaçada pela relação que este tem com o meio ambiente. Por um lado, o consumo abusivo e descontrolado das fontes naturais de recursos, como o ferro, a madeira ou a água potável, conduzem ao esgotamento das reservas existentes. Por outro, os modelos de produção ineficientes e gastadores dos diversos sectores de actividade geram grandes quantidades de resíduos que posteriormente são depositados em aterro. A actividade da construção civil não foge à regra, pois está entre os sectores que mais impacto gera no consumo de recursos naturais e na degradação do ambiente. É responsável: [5,10]

- Pelo consumo de 12 -16% de água potável;
- Pelo consumo de 25% da madeira florestal;
- Pelo consumo de 30% - 40% da energia produzida;
- Por 40% da produção de matéria-prima extractiva;
- Pela emissão de 20 - 30% de gases prejudiciais para o Efeito Estufa;
- Pela produção de 40% do total dos resíduos, dos quais 15 - 30% são depositados em aterros sanitários;
- Por 15% dos materiais se transformarem, durante a execução da obra, em resíduos.

A produção de RCD cresce a um ritmo acelerado e o seu impacto no meio ambiente tem ganho maior expressão. A actividade da construção civil é responsável por: [4,5,13]

- Produção de ruídos;
- Deterioração da qualidade do solo (compactação e alteração da composição);
- Deterioração da qualidade do ar (libertação de poeiras e odores);
- Produção de gases - Efeito de estufa;
- Contaminação de águas superficiais e subterrâneas;
- Alterações de paisagens e de habitats.

Destinos dos RCD

O sector da construção não está ainda sensibilizado para a problemática dos RCD. A desorganização na gestão dos resíduos em obra é o reflexo da falta de cuidado nas soluções adoptadas em projecto e da falta de planeamento adequado. Actualmente, como cerca de 80% da actividade da construção são executados por Pequenas e Médias Empresas (PME's) a recolha da maioria dos resíduos é feita sem preocupações de separação.

A remoção dos RCD das obras é geralmente feita em pequenas quantidades e por diversas vezes, e executados normalmente pelos próprios trabalhadores. O aterro e a deposição dos resíduos em locais clandestinos são as técnicas mais frequentes desta suposta "gestão". Como alternativa têm surgido nos últimos anos empresas especializadas na recolha e tratamento deste tipo de resíduos, contudo este tipo de serviços acarretam custos, que nem sempre são vistos como uma mais-valia. [9,10,13]

Quanto à quantidade de resíduos que têm como destino final o aterro, os custos de deposição têm dois efeitos contraditórios: A falta de sensibilidade para os problemas ambientais, sobretudo dos pequenos empreiteiros que consideram as taxas de aterro excessivamente altas, conduz à deposição ilegal dos RCD. Por outro lado, os baixos custos das operações de recolha, tratamento e deposição em aterro em grandes empreendimentos, quando comparados com o custo total da obra, representam uma pequena fracção que não incentiva a prevenção, reutilização e reciclagem dos resíduos em obra. [10]

A Figura 1 representa uma gestão eficiente dos RCD. Numa primeira fase a separação e triagem dos resíduos faz-se em obra, sendo posteriormente todos os materiais sujeitos a operações de reutilização e reciclagem. Por fim, quando não é possível a valorização dos resíduos estes são tratados e descontaminados e posteriormente depositados em aterro através de técnicas adequadas. Note-se que quantidade final de resíduos a depositar em aterro é substancialmente menor que a inicial. [19]

Fonte: [19]

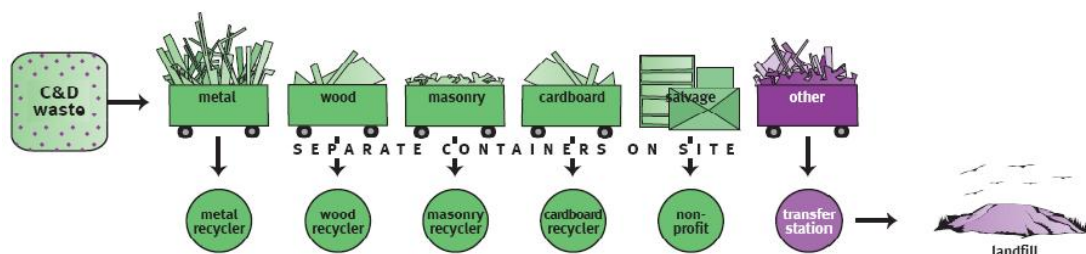


Figura 1 - Percurso dos RCD - Gestão eficiente

A Figura 2 demonstra alguma preocupação com a gestão dos resíduos, porém ineficiente. A triagem de RCD faz-se num só local, não existindo preocupações em obra com a separação e triagem dos resíduos, podendo ocorrer contaminação. Posteriormente são levados para um centro de tratamento de resíduos e procede-se à separação e triagem de materiais susceptíveis de serem reutilizados ou reciclados. Por fim, todos os resíduos são encaminhados para aterro. Este processo é mais ineficiente que o da Figura 1, pois para além de aumentar o risco de contaminação, impossibilita o aproveitamento de outros materiais, aumentando assim o volume de resíduos a depositar em aterro. [19]

Fonte: [19]

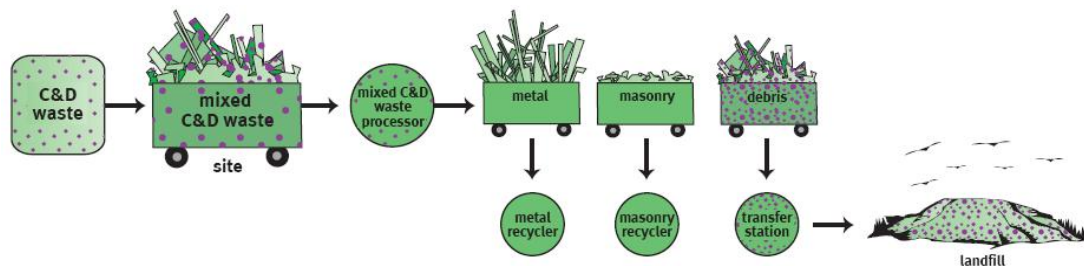


Figura 2 - Percurso dos RCD - Gestão pouco eficiente.

A Figura 3 representa a situação típica dos pequenos empreiteiros que ainda não estão sensibilizados para a protecção do meio ambiente. Neste tipo de obras os resíduos são recolhidos para um único local sendo depois directamente depositados em aterro ou em locais clandestinos. É evidente que este é o processo que mais danos provoca no meio ambiente. Para além de o volume de resíduos a depositar ser muito superior aos casos anteriores, o risco de contaminação do solo também aumenta. [19]

Fonte: [19]

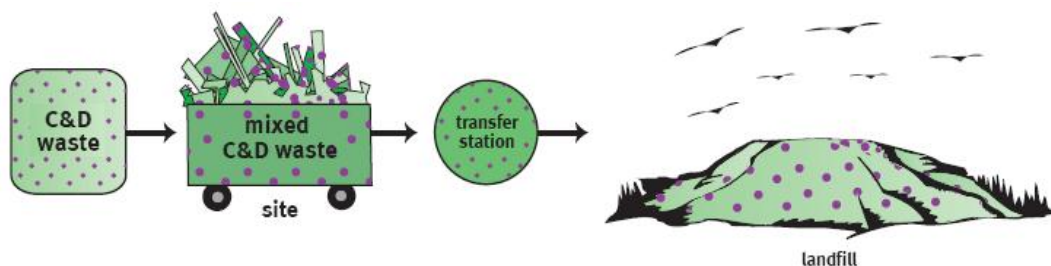


Figura 3 - Percurso dos RCD - Sem gestão

Em Portugal, existiam em 2005 catorze operadores licenciados para a gestão de RCD, com uma capacidade de deposição e armazenamento de, pelo menos, 12,7 milhões de toneladas. Apesar de haver condições criadas para a deposição em segurança dos resíduos, estima-se que cerca de 59% (2,5 milhões de toneladas) dos RCD produzidos nesse ano, tiveram um destino final desconhecido. [20]

Como foi abordado, os resíduos não reciclados têm como destino final aterros. O aumento da produção de RCD e a deposição descontrolada, como consequência da sua má gestão, tendem a ocupar espaços cada vez mais valorizados. Dada a crescente falta de espaços e o agravamento de custos decorrentes de novas técnicas de aterro com maiores cuidados de protecção ambiental, torna-se claro a necessidade de reduzir os depósitos em aterro por meio de técnicas de valorização de RCD, designadamente a reutilização e a reciclagem. [5,21]

Potencial de reaproveitamento de materiais

Hoje em dia é de facto possível reaproveitar os resíduos através de técnicas de prevenção, reutilização e de reciclagem. Estas técnicas permitem diminuir a produção de RCD reduzindo assim o seu impacto no meio ambiente. Na Tabela 4 observa-se que alguns materiais têm grande potencial para serem reaproveitados em detrimento de se tornarem resíduos. [10,21]

Tabela 4 - Potencial de reaproveitamento de resíduos

Resíduo	Potencial de Prevenção	Potencial de Reutilização	Potencial de Reciclagem	Fracção Residual (para destino final)
Inertes	Elevado	Médio	Elevado	Quando contaminado ou misturado
Madeira	Reduzido	Elevado	Elevado	Madeira contaminada com substâncias tóxicas
Metais	Reduzido	Reduzido	Elevado	Quando contaminado ou misturado
Vidro	Reduzido	Reduzido	Elevado	Quando contaminado ou misturado
Papel/Cartão (embalagens)	Elevado	Médio	Médio	Embalagens contaminadas com substâncias tóxicas
Plástico (embalagens)	Elevado	Médio	Médio	Embalagens contaminadas com substâncias tóxicas

Fonte: [10]

Esta última tabela demonstra que existem algumas alternativas no ciclo de vida de um material antes de ele se tornar um resíduo. É por este motivo que o sector da construção está a mudar a sua forma actual de produzir. A implementação de medidas preventivas em projecto e a gestão eficiente dos RCD em obra, permite otimizar os custos associados à sua gestão e praticar uma actividade competitiva e sustentável. [9]

2.3.2. GESTÃO DOS RCD

A problemática dos RCD é um assunto bastante complexo e actual, pelo que se começa a assistir a uma maior preocupação com os impactos que estes resíduos provocam. Por outro lado, as crescentes exigências técnicas e legais, que têm como objectivo aumentar a qualidade, segurança e o conforto das construções, têm estimulado o aparecimento de novos materiais e de novas técnicas construtivas que dificultam a gestão dos RCD. É por isso oportuno definir regras e procedimentos específicos para a valorização destes resíduos, tendo por base uma perspectiva de gestão integrada do ciclo de vida do produto. [13]

Definição de Gestão de RCD

A gestão de resíduos não é mais que um conjunto de metodologias que compreende diversos componentes e actores. Estas metodologias devem ser implementadas quer na fase de planeamento quer na fase de execução da obra, de acordo com a Figura 4. No entanto, transferir este acréscimo de saber para aqueles que decidem sobre os materiais e que executam as tarefas de construção em obra, nem sempre é tarefa fácil. [10,22]

Na gestão dos RCD um resíduo deixa de ser um problema inevitável e inesperado e converte-se num produto resultante de uma determinada actividade cujas formas de valorização se esgotaram, isto é, cujo seu ciclo de vida chegou ao fim.

Fonte: [22]

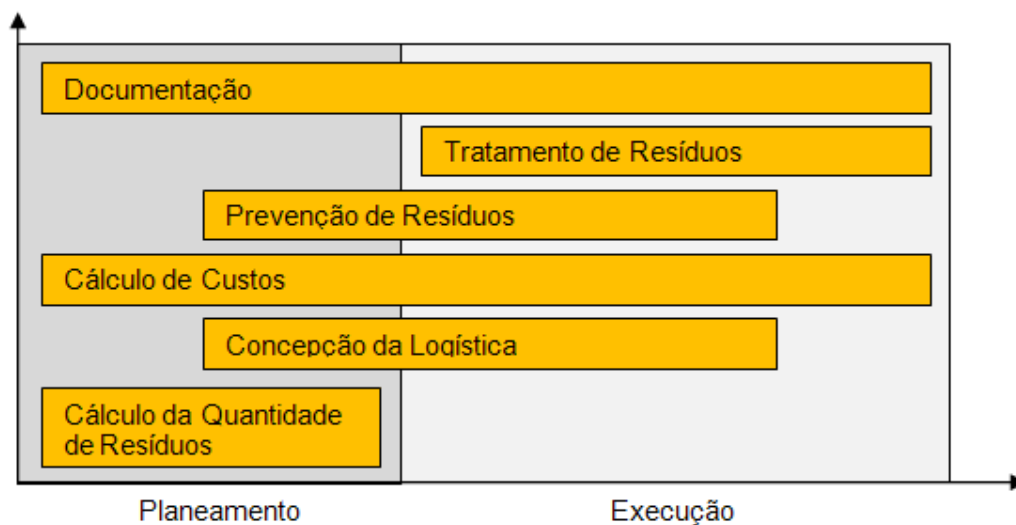


Figura 4 - Componentes da Gestão dos Resíduos

Benefícios na Gestão de RCD

Os benefícios decorrentes da implementação de metodologias para a gestão dos resíduos passam pela diminuição da produção de RCD, aparentemente o aspecto mais importante, mas não só: [23,24,25]

- **Redução de custos:** Possibilita reduzir os custos associados à gestão dos resíduos e ainda obter proveitos da reciclagem e da reutilização dos materiais. Por um lado, dada uma possível reutilização, a quantidade necessária de material a comprar diminui, o que se traduz em menores custos de compra. Por outro lado, a reciclagem de materiais promove a diminuição da quantidade de resíduos a depositar em aterro diminuindo os custos de deposição. A possível venda dos resíduos pode dar ainda origem a proveitos;
- **Distinção no mercado:** A experiência na gestão de resíduos é uma vantagem valiosa para oferecer a clientes que estejam sensibilizados sobre a problemática dos RCD. A certificação de uma empresa, possível através da implementação de mecanismos de gestão de RCD, demonstra perante a sociedade a preocupação com o impacto da sua actividade no meio ambiente, contribuindo também para uma melhoria de imagem;
- **Benefícios ambientais:** A gestão de RCD reduz o consumo e a dependência de recursos naturais, diminui a poluição e fomenta a sustentabilidade do sector da construção. A reciclagem pode reduzir o consumo de energia na produção de materiais. Por exemplo,

a reciclagem de sucata reduz em cerca de 30% o consumo de energia no fabrico de um novo aço. Já a reciclagem de sucata de vidro, reduz apenas em cerca de 5%. A substituição do clínquer Portland em 50% por escória de alto-forno reduz cerca de 40% o consumo de energia; [5]

- **Ajuda a economia:** A valorização dos resíduos através de técnicas de reutilização e de reciclagem decorrentes da gestão de RCD, permite a criação de novos materiais, novas empresas e de mais postos de trabalho, fomentando assim o desenvolvimento económico.

Dificuldade na Gestão dos RCD

- O carácter geograficamente disperso e temporário das obras dificulta a recolha e transporte de RCD;
- A constituição heterogénea que caracteriza os RCD dificulta a separação e triagem na origem;
- Os custos associados à formação e a implementação de metodologias e equipamentos ainda não são vistos como um investimento;
- A falta de fiscalização potencia o aumento de operações ilegais e a deposição de RCD em locais clandestinos;
- As soluções técnicas de reutilização e reciclagem de alguns materiais implicam o cumprimento de aspectos legais, por vezes dispendiosos e demorados, que desmotivam a valorização dos RCD.

Legislação em Vigor

O primeiro passo para a gestão dos resíduos em Portugal foi dado em 1985 pelo Decreto-Lei 488/85. Mais tarde em 1995 foi aprovado o Decreto-Lei 310/95 face às exigências da União Europeia. Dado a crescente necessidade de uma melhor gestão dos resíduos, surgiu em 1997 o Decreto-lei 239/97. Devido à dimensão e ao impacto que os RCD sempre tiveram, e que se foram acentuando nos últimos anos devido a uma maior consciencialização e à falta de legislação específica, surgiu o Decreto-Lei 178/2006. Porém, tais medidas no domínio dos resíduos da construção e demolição eram ainda muito deficientes e claramente insuficientes dadas as dimensões e diversidade que estes assumem. Tornou-se assim claro a necessidade de um enquadramento mais específico e mais adequado à gestão destes resíduos. [15]

É neste sentido que a 22 de Novembro de 2007 foi aprovado em Conselho de Ministros o Novo Regime de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição - Decreto-Lei 46/2008. Porém, até à data da elaboração desta monografia este Decreto-Lei ainda não tem jurisdição, estando prevista a sua entrada em vigor a 12 de Junho de 2008. Este decreto prevê a gestão dos RCD na construção e visa garantir a aplicação das políticas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos. Pretende criar condições para a aplicação, inclusive na fase de projecto, de medidas de prevenção da produção de RCD através da utilização de materiais com maior potencial de reutilização e reciclagem. Promove ainda, a existência de sistemas de triagem e encaminhamento dos resíduos para operadores licenciados e a obrigatoriedade da gestão da informação para recolha de todos os dados, no que diz respeito às quantidades e aos tipos de resíduos produzidos, através de um Sistema de Registo Electrónico de Resíduos (SIRER). [26]

A gestão dos RCD não é feita apenas com base neste regime. Existem outros documentos que visam uniformizar e apoiar a gestão dos RCD [16]:

- Decreto-Lei 46/2008 - Novo Regime de Gestão de Resíduos de Construção e Demolição;
- Decreto-Lei 152/2002 - Estabelece as condições de deposição de RCD em aterro;
- Portaria 209/2004, de 3 de Março - Lista Europeia de Resíduos.

Certificação Ambiental de Empresas

Para fazer face às exigências legais e na tentativa de diminuir o impacto da sua actividade no meio ambiente, nos últimos anos tem-se vindo a verificar uma forte adesão do sector da construção civil aos Sistemas de Gestão Ambiental (SGA). Muitas empresas do deste sector, que são responsáveis pela produção em grande escala dos RCD, já são certificadas ambientalmente de acordo com a NP EN ISO 14001:2004. Todavia esta certificação não garante a separação, o encaminhamento ou o tratamento dos resíduos produzidos em obra, nem a reutilização ou reciclagem destes. Trata-se de um SGA que não impõe níveis pré-definidos de desempenho ambiental, apenas compromete uma organização a procurar melhorar o seu. A Figura 5 esquematiza as etapas principais a desenvolver num SGA. [27]

Fonte: [24]

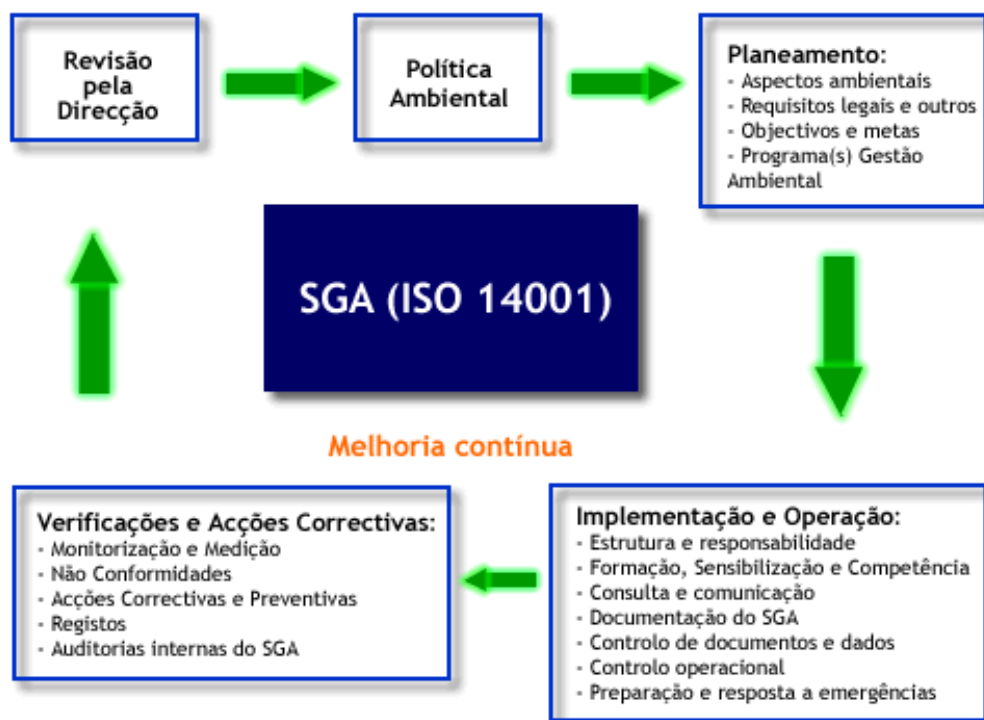


Figura 5 - Etapas principais a desenvolver num SGA

Gestão Integrada dos RCD

A melhor estratégia para reduzir a produção de resíduos é evitá-los. Neste sentido é fundamental perceber o seu ciclo de vida e a sua interacção com o ciclo de vida dos edifícios. Torna-se claro que existe uma profunda ligação recíproca entre estes dois ciclos, pelo que uma correcta e eficiente gestão traduz-se na diminuição da produção de RCD. A Figura 6 relaciona os dois ciclos acima referidos e esquematiza as relações de gestão que deverão ser asseguradas entre eles.

Neste modelo de gestão deve-se privilegiar a reutilização de elementos e de materiais. A própria fase de projecto deve ser sujeita a revisões com o intuito de precaver a produção de resíduos, através da adopção de soluções com grande potencial de reutilização e reciclagem. Na fase da construção deve-se privilegiar a adopção de materiais reciclados e reutilizados em detrimento de materiais e soluções construtivas que resultem da extracção de matéria-prima. No fim de vida do edifício deve-se optar pela desconstrução. Esta técnica permite o aproveitamento de materiais e de elementos construtivos que poderão vir a ser reutilizados noutras construções. [28]

Fonte: [28]

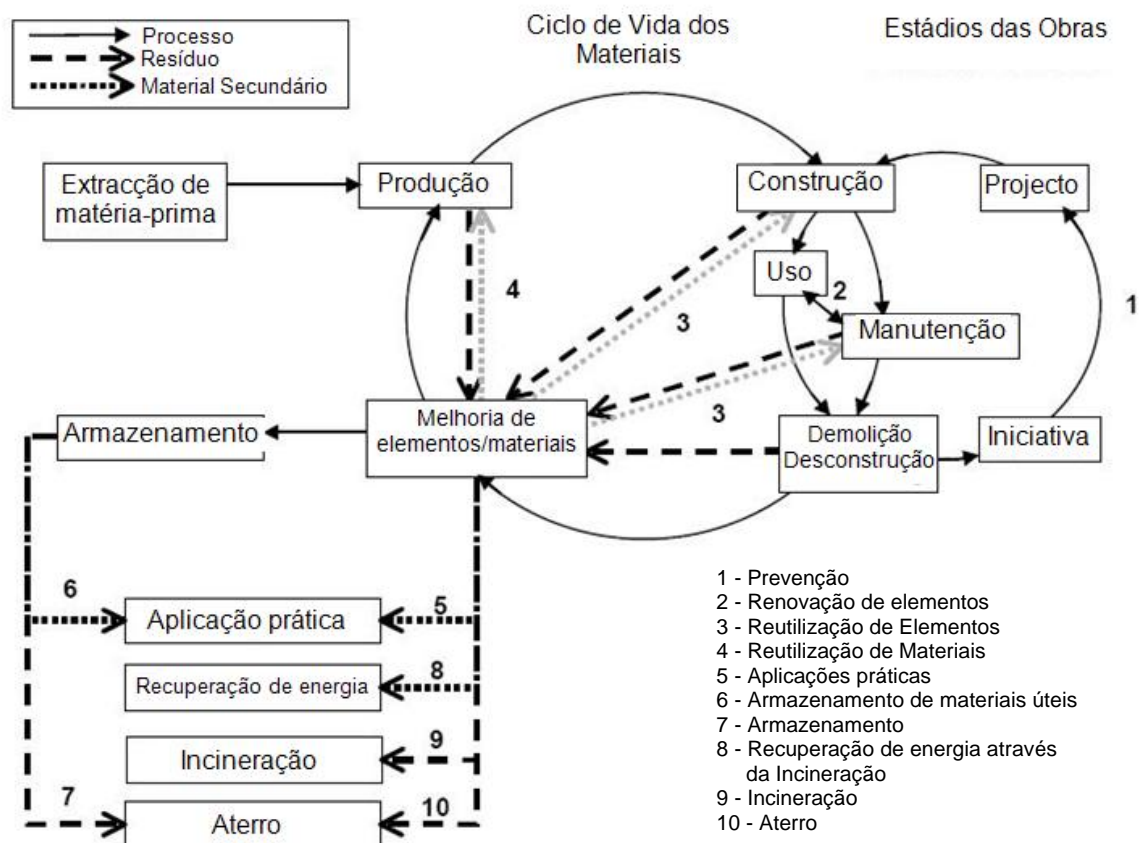


Figura 6 - Gestão integrada dos RCD

Hierarquia da Gestão dos Resíduos

A hierarquia de gestão de resíduos deve reflectir a importância e as vantagens das diversas operações de gestão na redução da produção de resíduos. De acordo com a Figura 7, a hierarquia deve estar sempre presente, e deve ser implementada logo na fase de projecto.

Fonte: Adaptado de [29]

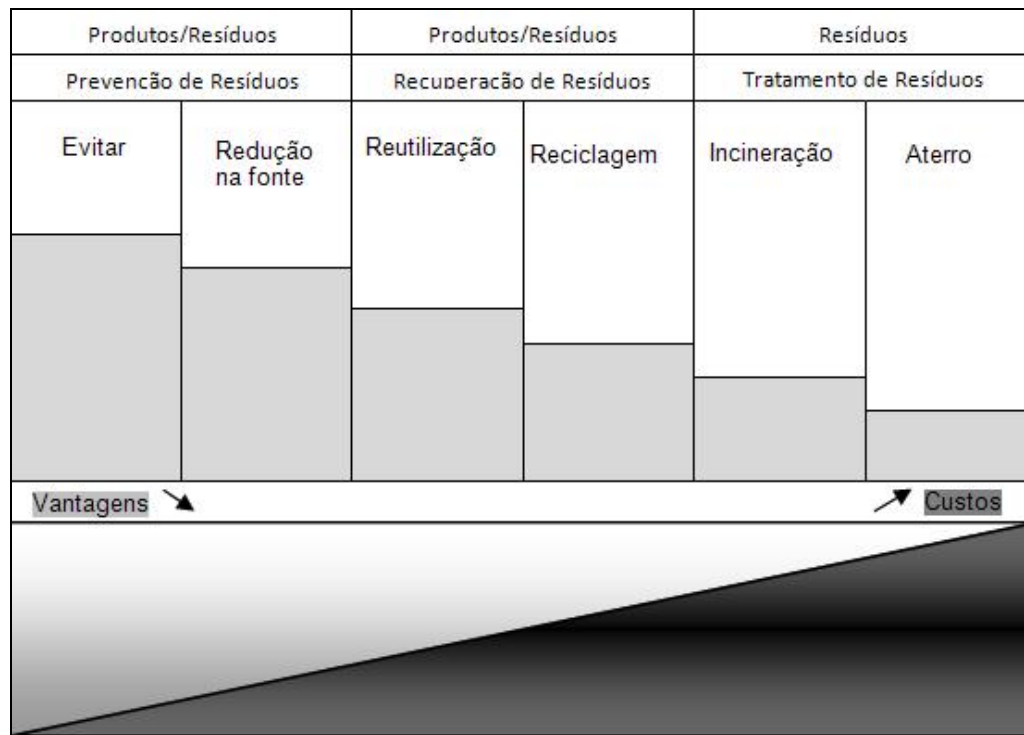


Figura 7 - Hierarquia da gestão dos Resíduos

A aplicação da hierarquia dos resíduos deve ser feita com base num conjunto de perguntas, que têm como objectivo determinar qual a operação mais adequada a desenvolver face a uma determinada situação. Estas perguntas e respostas devem seguir o esquema da Figura 8. [29]

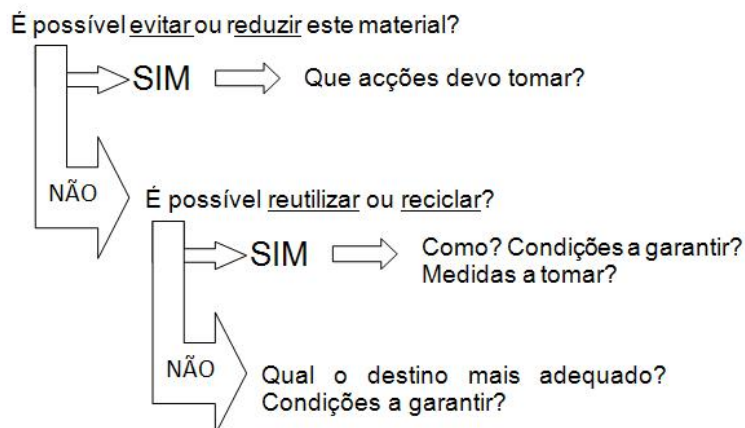


Figura 8 - Como aplicar a hierarquia da gestão dos resíduos

Princípios de Gestão de RCD

A hierarquia de gestão dos resíduos abordada no ponto anterior define o grau de importância de cada operação e o momento em que esta deve ser implementada. A redução, reutilização e reciclagem são as principais políticas a desenvolver para uma eficiente gestão dos resíduos. Se for seguida a hierarquia definida, numa primeira fase deve-se evitar a produção de resíduos, numa segunda fase encontrar uma nova serventia para um possível resíduo e numa terceira fase, quando as outras opções se esgotam, proceder à reciclagem do resíduo aproveitando a matéria-prima que o constitui. Este encadeamento de acções que está bem explicitado na Figura 9, e designa-se correntemente por ciclo dos 3 R's. [30,31]

Fonte: Adaptado de [30]

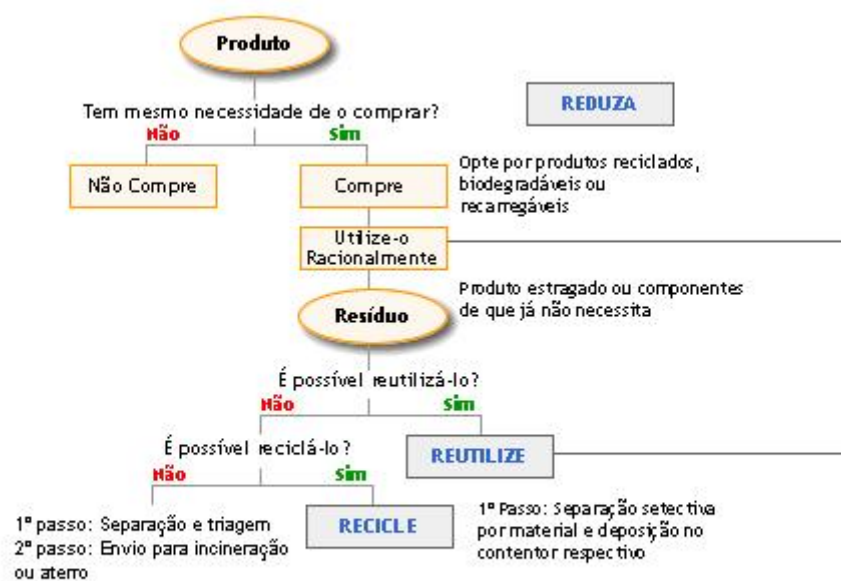


Figura 9 - Ciclo dos 3 R's

Definido o encadeamento das acções a desenvolver, para uma correcta aplicação, torna-se essencial perceber em què que elas consistem e em que situações podem e devem ser aplicadas. [19,30,31]

▪ Redução:

Em qualquer situação esta deve ser a primeira operação a ter em atenção. É importante perceber se é possível evitar a produção do resíduo, por exemplo, prolongando o tempo de vida útil do produto.

A adopção de soluções que privilegiem a utilização de menores quantidades de materiais, tem menores custos, reduz a poluição devido ao seu processamento e transporte, poupa energia e o consumo de água, e diminui a quantidade de resíduos produzidos. A utilização de materiais reutilizados, reciclados e biodegradáveis é também um aspecto importante a ponderar na escolha da solução pretendida.

▪ **Reutilização:**

Esta operação tem como principal objectivo prolongar o ciclo de vida do material. Esta operação deve ser desenvolvida sempre que os materiais possuam ainda, grande parte das suas propriedades (por exemplo a resistência ou a forma) e possam por isso ser rentabilizadas. Não se pressupõe porém, que tenha de desempenhar a mesma função. Através de técnicas de manutenção e reparação ou de algumas adaptações o material poderá ter outra utilidade totalmente distinta daquela para a qual foi inicialmente previsto. Por exemplo, uma porta velha depois de devidamente tratada, lixada e envernizada não se distingue de uma porta “nova”. Este procedimento implica a separação e triagem em obra dos materiais com potencial de reutilização, assim como o uso de técnicas adequadas para a sua remoção em obra.

Com esta operação consegue-se uma economia de custos, não só pelo aproveitamento dos materiais já existentes mas também pelo menor consumo de recursos naturais.

▪ **Reciclagem:**

Esta fase permite a transformação de materiais inúteis em novos produtos ou em matéria-prima. Mais uma vez privilegia-se a conservação dos produtos em detrimento do seu encaminhamento para aterro, contudo, deve apenas surgir quando as outras já esgotaram a sua capacidade de acção, isto é, quando já não é possível aproveitar grande parte do valor do produto. Por exemplo, a utilização de inertes reciclados na produção de betão.

Este processo implica a separação e triagem dos materiais que podem ser reciclados e aqueles que têm de ir para a incineração ou aterro. Na passagem da reutilização para a reciclagem ocorre uma grande perda de trabalho e de tecnologia que havia sido incorporada no material, pelo que esta deve ser uma solução de recurso na impossibilidade de aplicação das restantes.

Consegue-se uma vez mais conjugar dois aspectos favoráveis à actividade da construção civil, a diminuição do consumo de recursos naturais com uma diminuição da produção de resíduos.

▪ **Incineração:**

Esta operação visa a eliminação dos resíduos que possuam um poder calorífico significativo (de pelo menos 5000 kJ/kg). A sua destruição em processos industriais, substituindo os combustíveis fósseis, pode ser considerada como um processo de valorização energética.

▪ **Aterro:**

Todos os resíduos resultantes da aplicação das operações atrás referidas têm como destino final o aterro.

Em suma:

- Prevenir e reduzir é melhor do que reutilizar;
- Reutilizar é melhor do que reciclar;
- Reciclar é melhor do que depositar ou incinerar.

Minimização dos RCD

Sendo que a prevenção é o princípio chave na gestão dos RCD, de seguida fazem-se algumas considerações direccionadas para a sua minimização: [23]

a) Prevenir a produção dos RCD em Projecto:

- Projectar com tamanhos padrão para os materiais de construção;
- Especificar materiais e elementos que podem ser facilmente desmontados e reutilizados no fim da sua vida útil;
- Projectar para a aplicação de elementos pré-fabricados;
- Escolher materiais não tóxicos e duráveis;
- Projectar espaços flexíveis que permitam a mudança de usos;
- Considerar a reutilização de materiais (existentes no local ou provenientes de fora).

b) Planear a prevenção dos RCD:

- Definir as medidas de prevenção num plano de gestão integrada de RCD;
- Definir práticas construtivas para a prevenção dos RCD;
- Divulgar o plano de gestão em reunião, incentivar a sua aplicação e promover a melhoria dos resultados.

c) Usar práticas construtivas que evitem a produção de RCD:

- Privilegiar a utilização de elementos pré-fabricados;
- Privilegiar a utilização de elementos de fácil montagem e desmontagem.

d) Métodos de prevenção de RCD em estaleiro:

- Definir locais de corte e armazenamento de materiais (madeira, aço, etc.);
- Utilizar cofragens reutilizáveis (madeira, metal, mistas, etc.);
- Definir centro de triagem e separação de RCD (madeira, aço, plástico, etc.);
- Praticar procedimentos de armazenamento material e de manipulação para impedir perdas ou danos.

e) Prevenção do RCD na compra dos materiais:

- Comprar materiais e elementos reaproveitados e reciclados;
- Assegurar que a quantidade de cada material é devidamente entregue no local que lhe é destinado;
- Programar as entregas de material para minimizar o tempo em que estes estão no local de aplicação e para reduzir a possibilidade de dano;
- Privilegiar materiais não tóxicos para reduzir os resíduos devido às embalagens perigosas;
- Escolher materiais com mínimo ou nenhum empacotamento;
- Solicitar aos fornecedores a entrega de materiais em paletes ou em recipientes rígidos e a sua respectiva recolha;
- Negociar com fornecedores a recolha de materiais rejeitados e não utilizados.

Vantagens na Gestão dos RCD

Uma gestão baseada na prevenção e redução da produção de resíduos para ser eficiente tem de demonstrar em qualquer momento o cumprimento dos objectivos: [10]

- Proteger os recursos naturais (matérias-primas), evitando o desperdício;
- Não esgotar em pouco tempo as capacidades limitadas das infra-estruturas de tratamento/deposição de resíduos existentes (aterros);
- Proteger o ambiente, diminuindo a quantidade e o teor tóxico dos materiais a devolver à natureza depois da sua utilização.

Os objectivos referidos têm apenas um carácter ambiental, porém, como seria de esperar, apresenta também ganhos económicos: [10]

Ganhos directos:

- Diminuição dos custos de separação, recolha e transporte dos resíduos e sobras de materiais;

Ganhos indirectos:

- Redução do volume e peso dos resíduos gerados;
- Economia de uma gestão mais eficiente da logística;
- De uma logística menos dependente do recurso das infra-estruturas após a execução (a tendência é o serviço de recolha e transporte começar a diferenciar o preço cobrado, aluguer de contentores, custos da recolha e transporte, custo de destino final, taxa de aterro);
- Pela operacionalidade que proporciona nas tarefas de separação e triagem dos resíduos e na execução das restantes tarefas em obra;
- Redução do consumo de energia e água;
- Redução de riscos de acidente e incêndio em obra.

2.3.3. REUTILIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO

A reutilização é uma prática que se verifica à séculos no sector da construção civil, porém nem sempre é fomentada a sua aplicação. Já os nossos antepassados, quando os recursos eram escassos, procediam à remoção e ao aproveitamento de componentes e de materiais dos edifícios existentes para a aplicação em construções novas. No sentido de combater a ineficiência decorrente da sua actividade, o sector da construção civil tem evoluído na sua forma de pensar e de produzir. O conceito de reutilização de hoje em dia mantém-se. Porém, a existência de novos materiais, de novas ferramentas e de conhecimentos mais aprofundados sobre esta matéria, permitem a optimização desta técnica, isto é, um maior aproveitamento de materiais e elementos e em melhores condições. A reutilização só faz sentido, se os materiais reaproveitados possuírem características e propriedades que lhes permitam ser novamente aplicados em obra. A troca de informações relativamente a técnicas, métodos e materiais impulsiona o aparecimento de um mercado, importante para que esta técnica ganhe cada vez mais importância. Por consequência torna-se necessário sensibilizar e estimular os donos de obra, projectistas, empreiteiros e fornecedores de materiais, para a reutilização de elementos e de materiais. [25,32]

Porquê a Reutilização

A reutilização de elementos construtivos na construção não é prática usual no projecto de um edifício. Este facto deve-se à dificuldade de encontrar e de adquirir elementos construtivos usados e à natureza específica dos processos da reutilização. O arquitecto tem um papel chave na implementação desta técnica. A ideia de que a utilização de materiais usados dá uma imagem negativa às construções deixa de fazer sentido, e cabe aos arquitectos o importante papel de persuadir o dono de obra a recorrer a esta técnica e de a implementar nos seus projectos. Hoje em dia existem inúmeras razões para que o dono de obra opte utilização de elementos construtivos reutilizados: [33]

- Contribui pela sustentabilidade do país;
- Demonstra liderança e inovação;
- A qualidade dos elementos reaproveitados é muitas vezes superior à dos novos;
- Menores custos pois os materiais reutilizados são mais baratos;
- Edifícios únicos com consequente aumento da satisfação;
- Construção verde como estratégia de marketing;
- Edifício pode incorporar associações históricas;
- Igual ou melhor desempenho que os edifícios convencionais.

Quando não Reutilizar

Nem todos os materiais provenientes de construção têm condições de ser reutilizados. É melhor ser prudente na análise dos elementos construtivos e dos materiais que os constituem e verificar se estes não possuem algum componente nocivo ou prejudicial à saúde e bem-estar do ser humano. Alguns materiais aplicados outrora são hoje nocivos, tal como o fibrocimento. O mercúrio e o amianto são também alguns químicos que inviabilizam a reutilização de certos materiais. Torna-se por isso necessário proceder a uma correcta separação e triagem em obra de todos os elementos e materiais construtivos para evitar a sua contaminação. [34]

Projectar para a Reutilização

A reutilização de materiais e de elementos construtivos na construção deve ser implementada com base em alguns princípios que a promovam em projecto. Estes princípios visam o máximo aproveitamento de elementos e materiais reutilizáveis, todavia, estão limitados pelas suas pequenas quantidades: [35]

- **Trabalhar com o que há:** Um projecto direccionado para a reutilização de materiais e de elementos construtivos está sujeito à quantidade e ao tipo de elementos disponíveis e às características destes. É necessário conhecer o stock disponível assim como as características dos materiais e elementos que o constituem. Estes encontram-se muitas vezes dispersos, em concentrações variáveis e não identificados, pelo que a criação de um mercado de reutilização é uma mais-valia;
- **Organizar o stock:** Deve-se agrupar todos os materiais por tipo, tamanho e função. Os diversos elementos construtivos devem ser remontados e devidamente numerados todos os elementos que dele fazem parte;

- **Reutilização “sistemática”:** Neste princípio, os elementos construtivos da construção existente são identificados para uma nova aplicação específica no novo edifício, pelo que é necessária a recolha com cuidado, a inventariação e a numeração de todos os seus constituintes para posterior montagem. É necessário assegurar que a qualidade final satisfaz as especificações do projecto, que a quantidade satisfaz a procura e que os materiais não são danificados ou perdidos. Este princípio é uma forma de potenciar a reutilização dos elementos construtivos existentes;
- **Reutilização “oportunista”:** Visa a reutilização de elementos construtivos novos ou velhos em locais que não afectem as exigências funcionais ou estéticas do projecto. Este tipo de reutilização tenta aproveitar os materiais e os elementos construtivos existentes que não têm ainda definida uma função específica;
- **Não especificar materiais:** Fornecer as características e exigências de desempenho necessárias, mas não especificar exactamente qual o material a usar. Deve-se cingir apenas a partes não estruturais de um edifício. Este princípio exige uma maior colaboração entre o empreiteiro e o arquitecto;
- **A aparência da reutilização:** Os materiais existentes têm qualidades estéticas que não se conseguem reproduzir, na maioria das vezes, em materiais novos. O ambiente rústico pode ser criado através de um projecto direccionado para a reutilização de materiais e de elementos construtivos. Note-se contudo, que é necessário garantir que estes elementos têm um bom desempenho e uma aparência satisfatória. Nem sempre o que é novo é melhor;
- **Manter ou realçar o valor do material:** Este princípio segue três aspectos. Dar o uso apropriado ao material, isto é, reutilizar os elementos construtivos ou os materiais nas mesmas condições e funções para o qual foi concebido, evitando a deterioração precoce dos materiais e uma possível falha no seu desempenho. Privilegiar o uso de elementos construtivos completos e de materiais inteiros, pois a utilização de materiais indiscriminadamente conduz à produção de desperdícios. É necessário manter a reutilizabilidade dos elementos e dos materiais após a sua aplicação, pelo que se deve ter cuidado com o uso de produtos químicos, como vernizes e adesivos, que ponham em causa a futura reutilização;
- **Estudar novas tecnologias:** Considerar a utilização de novas tecnologias com o intuito de aumentar a eficiência no consumo de materiais na produção e de potenciar a aplicabilidade dos elementos e dos materiais;
- **Projectar para reutilizar:** O projecto deve demonstrar a preocupação com a reutilização dos elementos construtivos através da adopção de técnicas que facilitem o reaproveitamento destes e que diminuam os custos associados à sua remoção. Deve-se assegurar que, quer os materiais usados quer os novos, são devidamente detalhados e instalados de tal modo que possam ser prontamente removidos no futuro.
- **Repensar, repetir e renovar:**
Repensar: Este princípio estuda um material com base nas suas propriedades estéticas e no seu desempenho e atribui-lhe várias possíveis funções. Permite modificações e adaptações pouco significativas de um material ou elemento para ser usado numa outra função;

Repetir: Subentende que qualquer elemento é usado exactamente num novo projecto como foi usado anteriormente, isto é, a repetição consiste na aplicação de elementos com o menor gasto de energia possível;

Renovar: Admite a combinação de materiais novos com materiais reaproveitados, com o objectivo de tornar possível a reutilização.

Benefícios da Reutilização

A reutilização, sendo um princípio chave na gestão integrada dos RCD, caracteriza-se pelos benefícios ambientais e económicos mas igualmente pelos seus benefícios sociais e históricos. [25]

▪ **Ambientais:**

A reutilização evita o consumo de matéria-prima e diminui o volume de RCD a depositar em aterro, preservando assim espaços cada vez mais valiosos. A redução da procura de materiais e elementos fabricados tem como consequência a sua redução na fase de produção, que naturalmente se traduz no menor consumo de energia, de água e na redução da extracção de matéria-prima. Em suma, a diminuição da extracção de matéria-prima e o aproveitamento de materiais implicam menos poluição.

▪ **Económico-sociais:**

A reutilização permite reduzir os custos de gestão de RCD e de depósito através de técnicas de separação e triagem em obra. O aproveitamento selectivo de materiais num edifício, em detrimento da sua demolição, fica mais barato cerca de 30%. Para além deste factor, potencia o aparecimento de novas empresas e de mão-de-obra especializada propiciando o aumento de emprego. O reaproveitamento dos materiais estimula a economia através do surgimento de um mercado de materiais usados.

▪ **Históricos:**

A reutilização de elementos construtivos de um edifício auxilia a preservação da sua arquitectura. Permite também recuperar a arquitectura e a operacionalidade de edifícios através da aplicação de elementos e de materiais usados. Muitos dos materiais e elementos construtivos que faziam parte da construção de antigamente, já não são produzidos e dificilmente se encontram. São materiais considerados geralmente de uma qualidade estética mais elevada que os de hoje em dia, motivo pelo qual existe uma grande procura no mercado destes materiais usados.

Técnica para a Reutilização: Desconstrução

A desconstrução é um processo de demolição selectiva e caracteriza-se pelo desmantelamento cuidadoso de um edifício. Tem como objectivo recuperar a quantidade máxima de elementos construtivos e de materiais de um edifício e promover a sua reutilização e reciclagem em detrimento da deposição em aterro. Em boa verdade, a desconstrução permite que o resultado final do desmantelamento de um edifício não resulte num amontoado de resíduos cujas oportunidades de reaproveitamento são mínimas. A prioridade máxima é a reutilização de elementos construtivos e de materiais em estruturas novas ou existentes, pois exige menos consumo de energia e de matéria-prima. [36,37]

A demolição selectiva é feita segundo as seguintes fases: [9]

1. Desmontagem manual dos objectos:
 - Remoção dos resíduos para tratamento especial;
 - Remoção de mobílias e equipamentos;
 - Remoção de instalações eléctricas e equipamentos.
2. Demolição manual e com ferramentas de elementos de construção e materiais reutilizáveis:
 - Janelas, portas, escadas e emoldurados reutilizáveis;
 - Tábuas de pavimento e vigas de madeira reutilizáveis;
 - Elementos metálicos, radiadores, tubagens, e elementos de ferro fundido reutilizáveis;
 - Placas de gesso e panos de vidro reutilizáveis.
3. Demolição feita com máquinas:
 - Demolição do telhado;
 - Demolição da estrutura;
 - Triagem de materiais reutilizáveis e recicláveis: tijolos, argamassas, madeira, metais.
4. Limpeza do local de demolição, feita com máquinas:
 - Desenterrar as fundações;
 - Remover tanques de combustíveis;
 - Limpar árvores e vegetação.

A demolição conduz a um amontoado heterogéneo de elementos construtivos e de materiais danificados, como se observa na Figura 10. Esta técnica inviabiliza desde cedo a reutilização, sendo que a reciclagem passa a ser o aspecto principal. O processo de reciclagem para além de implicar uma perda de valor económico do material, implica também o consumo de matéria-prima, de energia e de água. Destes aspectos, sobressai a importância da desconstrução na recuperação de elementos construtivos e de materiais.

Fonte: [38]



Figura 10 - Resultados de duas demolições

O sucesso desta técnica e consequente aumento de recuperação de elementos e de materiais, depende da organização do estaleiro em obra, assim como dos cuidados na remoção e no acondicionamento durante todo o processo. É importante que os materiais sejam recuperados com o mínimo de estragos, pelo que as técnicas de remoção têm de ser constantemente actualizadas. De modo a minimizar os danos esta técnica prevê a movimentação dos materiais apenas em três momentos:

- Na remoção cuidadosa do material;
- No tratamento e limpeza do material e no respectivo armazenamento;
- No transporte para o local de futura aplicação ou venda.

Pela sua natureza, a desconstrução exige a classificação e catalogação de todos os elementos e materiais do edifício. Assim, com base nas propriedades e características é possível separar todos os constituintes para uma futura reutilização ou reciclagem. A Figura 11 demonstra o resultado da desconstrução de um edifício. [25,38]

Fonte: [38]



Figura 11 - Resultado de uma desconstrução

De um modo geral a desconstrução possibilita:

- A reutilização de materiais;
- A reciclagem de materiais;
- A inovação e tecnologia;
- A sustentabilidade da construção;
- O aparecimento de um mercado de materiais usados;
- Benefícios económicos, ambientais e históricos.

A selecção de técnicas de desconstrução que maximizem o potencial de reutilização de um edifício depende de vários factores, sendo os mais importantes: a quantidade de elementos e de materiais que podem ser recuperados, o potencial de separação dos materiais, o tempo em que tem de ser executados os trabalhos, o orçamento disponível, os equipamentos e ferramentas disponíveis e as exigências locais quanto à gestão dos RCD. [32]

Estratégias para o sucesso da desconstrução

A reutilização só é possível se os elementos construtivos e materiais forem removidos em bom estado e em condições de serem novamente usados. Por este motivo a reutilização está dependente do sucesso da actuação da desconstrução. É de todo impossível definir procedimentos precisos pois cada edifício tem as suas especificidades. No sentido de elevar o potencial de reutilização de um edifício, de seguida apresentam-se algumas instruções ditadas por experiências anteriores: [39]

- Contratar um bom empreiteiro de desconstrução/demolição. Estes empreiteiros compreendem o processo de recuperação, sabem proteger o valor económico dos elementos e materiais, empregam trabalhadores qualificados e sabem introduzir no mercado os componentes recuperados;
- Ter sempre em mente as especificações do comprador para um dado material. Esta focalização evita perder tempo e despesas em aspectos que não são relevantes. O comprador só adquire o material se este corresponder às suas necessidades;
- Verificar que os trabalhadores possuem formação quanto a técnicas de recuperação e que estão consciencializados dos seus objectivos, para assegurar que os materiais recuperados têm potencial para ser reutilizados. O mais pequeno estrago pode diminuir o valor de um material e por em causa a sua reutilização;
- Tirar fotos de todos os elementos construtivos e materiais antes de os remover do edifício. Estas fotos podem servir de guia para o comprador futuro ou para a auxiliar a instalação num edifício novo;
- Fazer a inventariação de todos os componentes e etiquetá-los. É uma forma de organizar todo o processo, de atrair compradores e de evidenciar perante estes, que todos os elementos construtivos estão completos, facilitando a sua venda;
- Procurar junto dos fabricantes ou na internet guias práticos de aplicação e utilização que devem acompanhar todos os componentes para que o próprio comprador o aplique;
- Se o comprador é um retalhista de materiais usados, não investir muito tempo na limpeza ou alteração de materiais. O retalhista conhece o mercado e sabe quais os aspectos essenciais a manter ou a alterar para cada material em particular;
- Para a recuperação de elementos construtivos e de materiais em bom estado muitas vezes são desperdiçados alguns materiais. Deve-se promover a reciclagem desses materiais.

Dificuldades e Desafios na Reutilização

A reutilização pressupõe a montante a técnica de desconstrução. Por este motivo considera-se que as dificuldades inerentes quer à reutilização quer à desconstrução estão sempre associadas entre si. [16,25,32,40]

As dificuldades na reutilização de elementos construtivos e de materiais na construção passam por:

- Encontrar um mercado de materiais usados, que estimule a compra e venda de elementos e materiais com potencial de reutilização;
- A existência de barreiras psicológicas quanto à utilização e incorporação de materiais e elementos recuperados devido ao aspecto “velho” que pode causar;

- Dificuldades na implementação de novas técnicas de remoção e de aplicação de elementos e materiais reutilizados;
- As especificações para alguns materiais obrigam a elevados custos de tratamento tornando os produtos pouco competitivos quando comparados com produtos extraídos de matéria-prima;
- O custo de remoção e armazenamento de elementos e materiais podem em alguns casos, não ser competitivos quando comparados com o custo de aquisição de materiais novos;
- A aplicação de materiais e elementos recuperados podem implicar o uso de técnicas especiais e consequente necessidade de mão-de-obra especializada, que nem sempre está disponível;
- A reutilização de elementos construtivos e de materiais na construção pode implicar por vezes, maior dispêndio de tempo;
- Maior atenção na gestão do estaleiro, nomeadamente no que diz respeito à gestão dos elementos e materiais a ser reutilizados. É necessário certificar-se que não se trocam elementos e que não se danificam materiais para que não ocorra o desperdício de materiais;
- Falta de sensibilidade dos arquitectos e dos projectistas para a reutilização na elaboração dos seus projectos.

A desconstrução tem também de superar algumas dificuldades, tais como:

- O tempo exigido para as operações de desmantelamento tem de ser compatível com os prazos definidos;
- É requerido uma maior coordenação entre equipas;
- Dificuldades ao nível da gestão do estaleiro para armazenamento dos elementos construtivos e dos materiais;
- Os edifícios que não são projectados para a desconstrução e a variabilidade de soluções e técnicas construtivas existentes, dificultam o desmantelamento;
- Dificuldade em identificar qual a técnica mais barata e segura de remover os elementos ou materiais;
- Nem sempre as quantidades de elementos e materiais a recuperar justificam a operação de desconstrução.

Estratégias para a reutilização de componentes

- Optar pela reutilização de um sistema de construção aberto “open space” - pois permite modificações na compartimentação do edifício sem necessidade de trabalhos de construção significativos;
- Usar tecnologias de montagem que sejam compatíveis com práticas de edifícios standard - o recurso a tecnologias específicas irá tornar a desmontagem difícil de executar e pode requerer mão-de-obra e equipamento especiais o que torna a opção de reutilização menos atractiva ou até mesmo em alguns casos inviável;
- Separar a estrutura das paredes internas dos revestimentos - para permitir a remoção de alguns elementos do edifício sem afectar outras partes;

- Promover acesso a todas as partes do edifício e a todos os componentes - a facilidade de acesso facilita a desconstrução. Se possível, permitir que a recuperação dos componentes dentro do edifício seja feita sem o uso de equipamento especializado;
- Usar componentes que possibilitem fáceis operações de manuseamento - permitir o manuseamento em todas as fases: desmontagem, transporte, reprocessamento e remontagem;
- Pensar no espaço e nos meios necessários para lidar com os diversos componentes durante a desmontagem - o manuseamento pode requerer pontos de conexão para equipamento de elevação ou dispositivos de suporte temporários;
- Providenciar tolerâncias realistas para permitir os movimentos necessários durante a desmontagem;
- Usar o menor número possível de diferentes tipos de conectores - a standardização de conectores facilita a desmontagem, torna-a mais célere e requerer menos tipos de ferramentas e equipamentos.
- Usar uma hierarquia de desmontagem relacionada com a esperança de vida dos componentes - utilizar componentes com esperança de vida menor em zonas de maior facilidade de acesso e desmontagem;
- Promover a identificação de todos os componentes - a identificação dos materiais com códigos de barras com standards internacionais poderá facilitar a difusão de bancos de depósitos e comercialização de matérias e componentes existentes em diversos locais;

Fonte: [36]

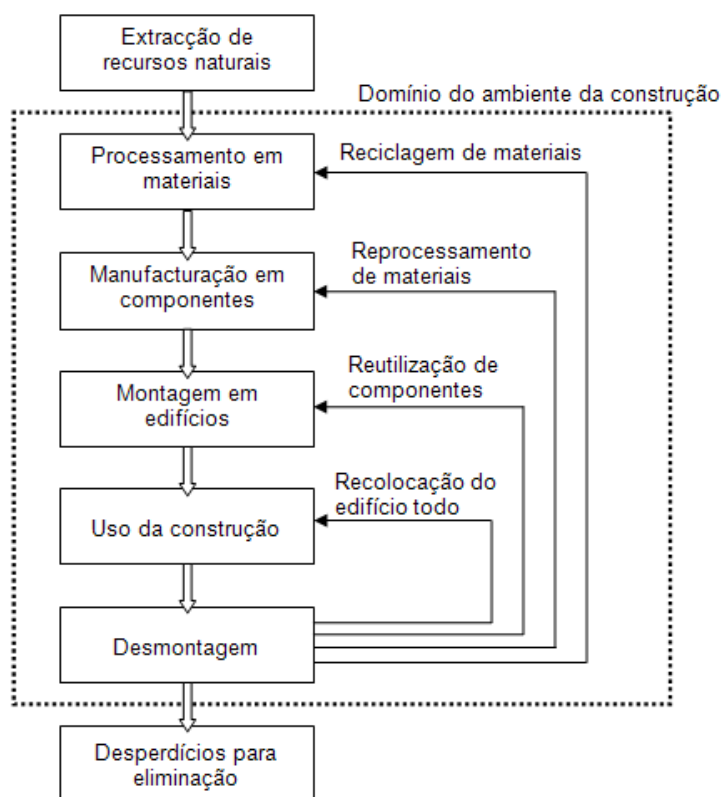


Figura 12 - Os 4 cenários para a reutilização dos materiais no ambiente da construção

Note-se que a desconstrução requer conhecimentos técnicos e competências dos intervenientes nesse processo. Este aspecto poderá servir de incentivo à criação de novas empresas e em consequência da sua actividade poderá ser criado um novo mercado de materiais de construção - a comercialização de materiais usados reutilizáveis ou a sua reciclagem se isso não for possível. A Figura 12 representa os quatro cenários possíveis para a reutilização de materiais na construção. [36]

Reutilização de materiais

Pretende-se com este ponto demonstrar o potencial de reutilização de alguns materiais e elementos construtivos na construção. [9,18,35,38]

Betão:

O betão resultante da desconstrução de edifício dá origem ao aço e a agregados de betão. O aço é separado do betão e posteriormente recuperado para a reciclagem. Quando à fracção de agregados de betão:

- Betão triturado - pode ser usado como material de aterro, base de enchimento para valas de tubagens e pisos térreos de edifícios;
- Betão triturado e crivado com poucas ou nenhuma impurezas - pode ser usado com sub-base na construção de estradas, agregados reciclados para o fabrico de betão e base de enchimento para sistemas de drenagem;
- Betão triturado e crivado, limpo de impurezas e com menos de 5% de tijolo - pode ser usado na construção de estradas, produção de betão, material de aterro estrutural e base de enchimento para valas de tubagens.

Já alguns passos se têm dado em Portugal no sentido de reaproveitar estes agregados. O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) já elaborou algumas especificações que estabelecem as regras para a aplicação destes agregados em novas misturas de betão:

- LNEC - E471/2006 - Guia para a utilização de agregados reciclados grossos em betão de ligantes hidráulicos;
- LNEC - E472/2006 - Guia para a reciclagem de misturas betuminosas a quente em central;
- LNEC - E473/2006 - Guia para a reutilização de agregados reciclados em camadas não ligadas de pavimentos;
- LNEC - E474/2006 - Guia para a utilização de resíduos de construção e demolição em aterro e camada de leito de infra-estruturas de transporte.

Tijolos:

O projecto WAMBUCO (Waste Manual for Building Construction – Manual Europeu sobre Resíduos de Construção) atribui aos tijolos um alto potencial de reutilização. Em obra deve-se proceder à triagem dos tijolos inteiros e dos partidos. Os tijolos partidos são posteriormente britados e utilizados em aterros, por outro lado, os tijolos inteiros devem ser recolhidos e armazenados em contentores. A qualidade dos tijolos usados é muitas vezes idêntica ou superior à dos tijolos novos, e servem perfeitamente para a construção de novas alvenarias.

Fonte: [38]



Figura 13 - Recuperação de tijolos



Figura 14 - Reutilização de tijolos

Na Figura 14 expõe-se o aspecto final de uma alvenaria interior resultante da reutilização dos tijolos recuperados, expostos na Figura 13. Para a reutilização dos tijolos usados, deve-se proceder a uma limpeza, para remoção de argamassas e de poeiras. Eventualmente, a argamassa proveniente da limpeza poderá também ela ser reutilizada como ligante suplementar na produção de uma nova argamassa. É importante que as argamassas utilizadas nas alvenarias sejam de cal desprovida de cimento. O cimento torna difícil a separação dos tijolos.

Madeira:

A madeira é um dos materiais mais nobres utilizados na construção de edifícios. É uma matéria-prima versátil e por isso utilizada de diversas formas nas construções. Portas, janelas, soalhos, vigas madres, são alguns exemplos de elementos que têm um grande potencial de reutilização, porque depois de limpos e tratados, ficam praticamente novos e funcionais, como demonstram as Figuras 15 e 16. A madeira usada é preferível à madeira nova, dado a sua humidade já ter atingido um ponto óptimo e a tendência a criar fissuras já estar visível.

Fonte: [35,38]



Figura 15 - Recuperação e tratamento de componentes de madeira



Figura 16 - Reutilização de componentes de madeira

Para a reutilização de elementos em madeira deve-se proceder a uma remoção cuidadosa, separando e acondicionando devidamente todos os tipos de elementos para evitar contaminações e estragos, que possam inviabilizar a sua reutilização.

Aço/Alumínio:

As portas, as janelas e as portadas de alumínio são alguns exemplos de materiais que podem ser directamente reutilizados, após a sua remoção. No caso de estes apresentarem más condições deve-se proceder à sua reciclagem. Os perfis em aço também têm um elevado potencial de reutilização.

Vidro:

O vidro é um material frágil, pelo que o descuido em obra condiciona a sua futura reutilização. Considera-se que os vidros partidos têm como destino final a reciclagem. Por outro lado, os vidros inteiros têm um grande potencial de reutilização, desde que em bom estado, pois podem naturalmente ser aplicados num outro local.

Investigação Realizada

Em Portugal a temática da reutilização de materiais e de elementos construtivos tem ganho ênfase nos últimos anos. Em boa verdade, o estudo da reutilização surge associada à crescente preocupação com a minimização dos RCD.

No âmbito da problemática dos RCD, surgem dois importantes projectos a nível europeu: o projecto WAMBUCO e o projecto Waste-Tool. Ambos os projectos, apesar de terem finalidades diferentes convergem num objectivo comum: a prevenção e a minimização de RCD no sector da construção civil. O desenvolvimento destes projectos contribuiu para a sensibilização desta problemática e para evidenciar a real dimensão deste problema.

O contributo do projecto “Reagir” é uma mais-valia para a o estudo deste tema, pois este projecto tem como objectivo assegurar a recolha e o destino de adequado do RCD dando prioridade à valorização e reciclagem da fracção inerte destes resíduos

Evidencia-se os trabalhos desenvolvidos pelo Prof. Saíd Jalali e José Barroso de Aguiar da Universidade do Minho orientados para a gestão de resíduos da construção e demolição, e os trabalhos desenvolvidos pelo Prof. Jorge de Brito do Instituto Superior Técnico orientados para o estudo de técnicas que visem a redução da produção de resíduos.

A intervenção da “Ceifa-Ambiente”, empresa particular de consultadoria, e do Instituto Nacional de Resíduos tem contribuído para o estudo dos índices de produção de RCD em Portugal e para a definição de estratégias a adoptar para a sua minimização. Estes estudos são muitas vezes auxiliados pelas universidades atrás referidas.

A Universidade da Florida contribui com muitos estudos sobre a desconstrução e reutilização de materiais e de elementos construtivos na construção, bem como sobre processos e técnicas de desconstrução. Destaca-se a nível internacional pela atenção que dedica aos processos de construção e à importância da sua implementação.

Actualmente em Portugal, devido à implementação do novo sistema de ensino, prevê-se o crescimento de trabalhos orientados para a problemática dos RCD. Da pesquisa efectuada, verificou-se que a maioria dos trabalhos existentes incide sobre a gestão da produção de RCD no sector da construção civil e que só recentemente começaram a incidir sobre a sua diminuição. Logo, existe uma pequena lacuna no que diz respeito ao estudo de técnicas de diminuição e valorização de RCD, que sejam adequadas à construção portuguesa.

Verifica-se que actualmente em Portugal existe ainda uma forte barreira psicológica quanto à reutilização de elementos construtivos. Todavia, o uso de agregados de betão na produção de betão e a reciclagem de pavimentos começa a ser uma realidade.

2.4. CONCLUSÕES

Da revisão bibliográfica, é possível concluir que o crescimento da produção de RCD está a por em causa a sustentabilidade da construção. Comprova-se assim a importância em desenvolver acções que promovam diminuição de produção de RCD. A elaboração de um plano de gestão permite através do uso de práticas e técnicas de valorização a redução da produção de RCD. Conclui-se que a técnica mais adequada para a diminuição da produção de resíduos, quando não se pode actuar na prevenção, é a reutilização. Este trabalho pretende cingir a sua aplicação às actividades de reutilização na construção portuguesa, com o objectivo de aprofundar o conhecimento desta prática em Portugal.

CASOS DE ESTUDO

3.1. INTRODUÇÃO

Pretende-se com este capítulo demonstrar que a preocupação com os RCD produzidos pelo sector da construção é de facto generalizada e que é possível actuar na sua redução através de técnicas de valorização. A reutilização de materiais e de elementos construtivos, como forma e valorização de RCD, através do uso de técnicas e métodos adequados tem-se revelado uma boa solução na diminuição da produção destes. Considera-se por isso oportuno, a exposição de alguns casos de estudo que comprovem e realcem os bons resultados que esta técnica tem alcançado.

3.2. MÉTODO

Numa fase inicial evidencia-se algumas estimativas de produção RCD assim como os respectivos destinos, que comprovam a falta de gestão adequada destes resíduos. Posteriormente, pretende-se com os casos de estudo apresentados demonstrar que efectivamente é possível, através de técnicas e métodos adequados, a recuperação e respectiva reutilização de materiais e de elementos construtivos em qualquer tipo de construção.

3.3. DESCRIÇÃO DOS CASOS DE ESTUDO

3.3.1. CARACTERIZAÇÃO E DESTINOS DOS RCD NA ZONA LITORAL NORTE

Este caso de estudo, elaborado pela Universidade do Minho, surge com o objectivo de estudar a gestão de RCD na Zona Litoral Norte de Portugal. [2,13]

A zona em estudo contempla as seguintes regiões: Região Minho-Lima, Região Cávado, Região Ave, Região do Grande Porto, Região Entre Douro e Vouga, Região Baixo Vouga. A Figura 17 localiza as respectivas regiões.

Neste trabalho, apenas se consideraram os resíduos resultantes de trabalhos de construção, demolição e remodelação, excluindo movimentos de terras, instalações gerais - como canalizações, tubagens, rede eléctrica - e vegetação proveniente de limpezas.

Fonte: [2]

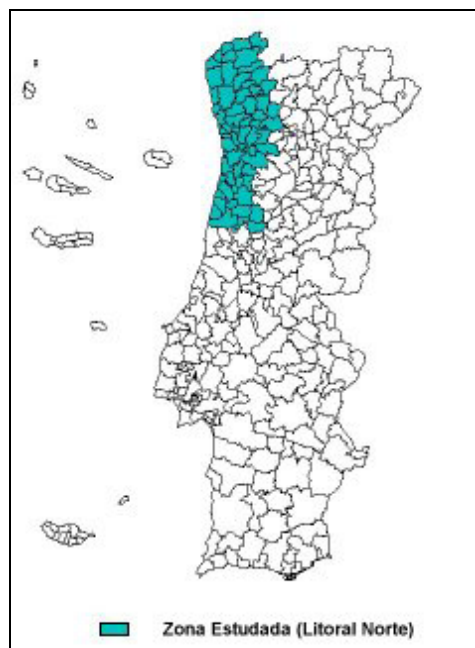


Figura 17 - Zonas em estudo

A recolha de informação efectuada, permitiu a definição de aspectos como quantidades, tipos de materiais e destinos finais dos resíduos. A Tabela 5 apresenta a caracterização dos RCD obtida na zona em estudo, de acordo com o tipo de material.

Tabela 5 - Composição dos RCD em percentagem de massa

Considerando a seguinte Composição dos Resíduos	% de massa
Betão, alvenaria e argamassa	35,0
Madeira	5,0
Papel, cartão	1,0
Vidro	0,5
Plásticos	1,0
Metais (aço incluído)	5,0
Solos de escavação, brita da restauração de pavimentos	40,0
Asfalto	6,0
Lamas de dragagem e perfuração	5,0
Outros resíduos	1,5

Fonte: [2]

A Tabela 6 apresenta os vários destinos dos RCD que foram considerados para os diversos tipos de materiais.

Tabela 6 - Destinos dos RCD em percentagem de massa.

Destinos dos Resíduos da Construção e Demolição				
Composição dos Resíduos	Reutilização (%)	Reciclagem (%)	Incineração (%)	Aterro (%)
Betão, tijolos, azulejos, alvenaria, etc.	15	0	0	85
Madeira	10	30	30	30
Papel, cartão	0	20	30	50
Vidro	0	0	0	100
Plásticos	0	10	5	85
Metais (aço incluído)	10	60	0	30
Isolamentos	0	0	0	100
Outros resíduos	0	10	5	85
Solos, pedras, etc.	40	0	0	60
Resíduos de estradas (asfalto, betuminoso)	10	0	0	90

Fonte: [2]

Esta tabela comprova, que a reutilização de materiais e de elementos construtivos na construção ainda está muito aquém das expectativas. O próximo caso de estudo demonstra que através da técnica de desconstrução, em detrimento da demolição, é possível a recuperação de elementos construtivos e de materiais em boas condições, para uma futura reutilização.

3.3.2. DESCONSTRUÇÃO DE UMA HABITAÇÃO EM LIEVENDAAL

Este caso de estudo, elaborado pela Universidade Técnica de Eindhoven, tem por base a renovação de uma habitação em Lievendaal, na Holanda, em 2002/2003. O estudo consiste num projecto de manutenção de 248 casas. Estas casas foram construídas em 1949 e renovadas parcialmente em 1977. Baseado nas plantas existentes, foram preparados vários projectos tendo em conta a melhor solução no que diz respeito à minimização da demolição e à máxima reutilização dos elementos resultantes da renovação. O exemplo que se expõe diz respeito apenas a uma habitação que serviu de teste. [41]

Durante três dias alguns estudantes monitorizaram as operações de desconstrução e registaram os materiais resultantes, classificando-os, através de uma inspecção visual, quanto ao seu potencial de reutilização. Na Tabela 7 podem ser consultados os resultados obtidos.

Tabela 7 - Categorias de elementos recuperados

Categorias de elementos distintos recuperados	Número de elementos diferentes	% do total
Reutilização neste projecto	29	47
Reutilização noutro projecto	15	24
Outra aplicação útil	12	20
Incineração	1	2
Aterro	5	7
Total	62	100

Fonte: [41]

Como é possível observar, dos 62 elementos construtivos recuperados do edifício, cerca de 47% tinham características que lhes permitiam ser reutilizáveis no mesmo projecto. Outro aspecto interessante, e que pode ser consultado na Tabela 8, é o facto de também ter sido estudado o tipo de tratamento que os materiais a reutilizar neste projecto tiveram de se sujeitar, para poderem ser novamente aplicados em obra.

Tabela 8 - Tratamentos aplicados aos elementos reutilizados

Tipos de tratamento antes da reutilização	Número de elementos diferentes	% do total
Sem tratamento	11	38
Limpeza	6	20
Tratamento ligeiro	8	28
Tratamento intensivo	4	14
Total	26	100

Fonte: [41]

Na Figura 18 compara duas habitações, a da esquerda corresponde à habitação reabilitada e a da direita corresponde a uma habitação antes da reabilitação. Apesar de o projecto não referir quais os elementos reutilizados, numa primeira impressão conclui-se que a casa renovada manteve a arquitectura e a estética inicial.

Fonte: [41]



Figura 18 - Habitações antes e após renovação

3.3.3. RECUPERAÇÃO E RESTAURAÇÃO DE JANELAS

Esta investigação foi elaborada no âmbito do projecto WAMBUCO e tem como objectivo o estudo de técnicas de restauração e conservação de elementos construtivos. Para evidenciar o sucesso destas técnicas, procedeu-se à reparação de uma janela de madeira antiga. Neste processo de reparação da janela, com o intuito de satisfazer as exigências de isolamento, aproveitou-se também, para melhorar o seu desempenho energético. A madeira apodrecida foi substituída, renovaram-se os mecanismos avariados e removeu-se as camadas de tinta antiga. Posteriormente a janela antiga foi pintada com tinta de óleo de linhaça e colocados vidros duplos com características de isolamento térmico. [9]

Muitas das janelas antigas foram pintadas com tinta de chumbo branca, que é tóxica. A remoção desta tinta velha deve ser feita com extrema cautela. O pó da raspagem é especialmente perigoso para o trabalhador, para as pessoas que vivem na casa e para o ambiente. A remoção da tinta deve portanto ser parcialmente feita por “via húmida” usando o óleo de linhaça como líquido. Isto irá simultaneamente reter o pó tóxico e impregnar a madeira em óleo. Além disso apenas se deve proceder à remoção da tinta que estiver a escamar, sendo que as camadas de tinta que não apresentem problemas devem-se manter. A raspagem deverá ser feita com raspadores permanentemente afiados. Todos os resíduos pulverizados e fragmentados deverão ser minuciosamente recolhidos e encaminhados para eliminação própria de resíduos perigosos. O pano usado na limpeza do óleo excedente também deverá ser tratado como resíduo perigoso. As Figuras 19 e 20 evidenciam o processo de remoção do vidro e a raspagem da tinta.

A quantidade de resíduos produzidos na restauração da janela é de cerca de 2,5Kg. Por outro lado, a remoção e substituição da janela, em vez da sua conservação cuidadosa, tem um consequente aumento da quantidade de resíduos para 52,6Kg, isto é, cerca de 20 vezes mais. Estes resíduos incluem os resíduos da janela velha (que inclui a madeira, o vidro e o metal, devidamente separados) assim como as embalagens da janela nova.

O tempo de vida útil de uma janela antiga que seja devidamente conservada é de cerca de 100 anos. Já para uma janela nova, feita de madeira e provida com vidro que promova o isolamento térmico, que venha a substituir uma janela antiga, o tempo de vida útil previsto é de cerca de 30 anos.

Fonte: [9]



Figura 19 - Remoção do vidro



Figura 20 - Raspagem da tinta

Foi provado através de uma investigação feita em conjunto com a Universidade Técnica da Dinamarca, que uma janela antiga em casas antigas, com optimização energética, apresenta uma perda energética para toda a janela de 63 kWh/m² de janela, por ano. Para uma janela nova, optimizada

termicamente, de igual tamanho e dispondo dos sistemas de conservação de energia mais avançados, a perda de energética passa a ser de 84 kWh/m² de janela, por ano. Para uma janela semelhante mas em madeira ou alumínio ou em plástico essa perda térmica é de 108 kWh/m² de janela, por ano.

Isto significa que não existem motivos nem argumentos válidos que justifiquem a substituição de janelas originais antigas por janelas novas. Conclui-se assim, que em alguns casos se consegue uma maior eficiência energética através da reutilização de materiais e de elementos construtivos.

3.3.4. REUTILIZAÇÃO DE ELEMENTOS CONSTRUTIVOS EM VANCOUVER

Este caso de estudo diz respeito à construção de um Laboratório de Testes de Materiais na cidade de Vancouver. Este projecto teve desde o início, o objectivo central de maximizar a reutilização de materiais usados e reciclados. É um ótimo exemplo pois evidencia no planeamento de trabalhos, as decisões e as acções desenvolvidas no recorrer do projecto e os materiais e elementos construtivos reutilizados. Estima-se que neste projecto se terá poupado cerca de \$50.000 apenas devido à reutilização de materiais e de elementos construtivos. [33]

A Figura 21 apresenta uma lista dos principais materiais reutilizados na construção deste projecto.

Fonte: [33]

Principal Salvaged Materials		
	Material	Source
Structure	Wood trusses, wood beams, glulam beams, wood decking.	City of Vancouver Litchfield Tham Demolition
Secondary structure	Roof decking - 2 nd floor - glulam beams on edge	P & B New and Used
Exterior walls	Wood framed using salvaged 2"x8"decking material (t&g decking remilled as 2"x6"studs) Rigid polystyrene insulation Plywood sheathing	From on-site building Litchfield Signs and hoarding
Interior partitions	Wood framed using salvaged 2"x8"decking material (t&g decking remilled as 2"x6"studs)	From on-site building
Cladding	Siding (60% salvaged)	Litchfield
Doors	Interior doors (In addition to salvaged doors a number of damaged doors which had been returned to the manufacturer were also used)	Shanahans
Windows	Wood frames and sashes - fabricated on site Insulating glass units fabricated from salvaged sealed units	The Glass Station
Mechanical	HVAC unit Fans Plumbing fixtures	Demolition site unit located by construction manager
Electrical	Light fixtures	Mike's New and Used

Figura 21 - Principais materiais reutilizados no projecto

A Figura 22 representa o planeamento dos trabalhos relativamente à execução do projecto evidenciando algumas das mais importantes decisões e acções, relacionadas com a reutilização de materiais e de elementos construtivos.

Fonte: [33]

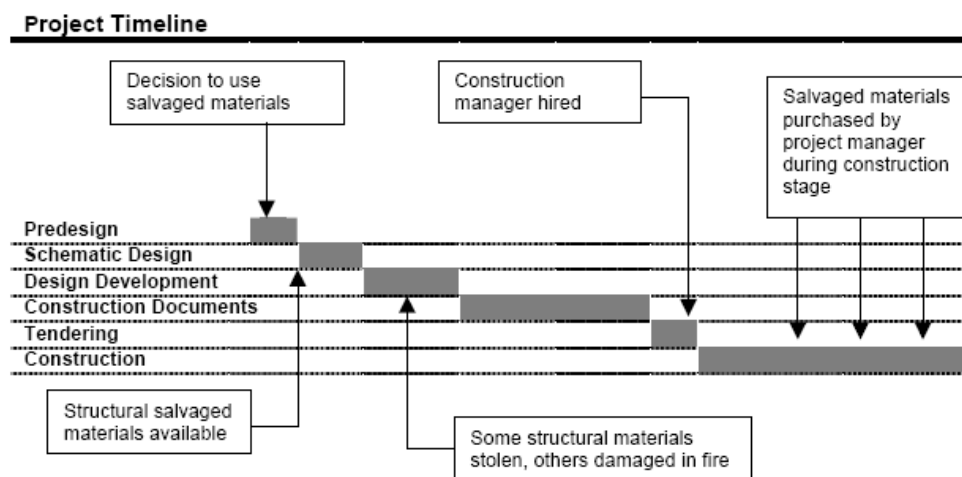


Figura 22 - Planeamento dos trabalhos

Pretende-se com as Figuras 23, 24 e 25 realçar a utilização de alguns materiais e elementos construtivos usados na construção.

Fonte: [33]



Figura 23 - Exemplo da reutilização de elementos de iluminação e janelas



Figura 24 - Exemplo da reutilização de uma porta



Figura 25 - Exemplo da reutilização de vigas de madeira

4

GUIA PARA A REUTILIZAÇÃO

4.1. INTRODUÇÃO

Pretende-se neste capítulo, desenvolver um conjunto de metodologias que permitam a maximização da reutilização dos materiais e dos elementos construtivos resultantes de operações de manutenção/reabilitação e demolição de edifícios.

É conhecido que o potencial dos materiais e dos elementos construtivos usados em Portugal é ainda muito desprezado. Por um lado, este aspecto deve-se à falta de legislação que obrigue à gestão dos RCD e à sua integração em novos projecto, e por outro, à falta de conhecimento e de investigação sobre esta matéria. Dos capítulos anteriores demonstrou-se que os materiais e os elementos construtivos usados possuem em muitos casos, um elevado potencial de reutilização ou de reciclagem.

O reaproveitamento dos materiais e elementos resultantes deste tipo de operações, apenas é possível através de uma gestão organizada devidamente apoiada em procedimentos pré-definidos, e em técnicas adequadas. É na definição destes procedimentos e técnicas que se pretende actuar, pelo que se elaborou um pequeno guia para a reutilização.

4.2. GUIA PARA A REUTILIZAÇÃO

O método proposto consiste nos seguintes pontos:

1. Estudo da viabilidade da desconstrução e do reaproveitamento no projecto;
2. Inventariação de todos os materiais e elementos a reaproveitar;
3. Estimativa de custos;
4. Licenças e legislação a cumprir na gestão dos RCD;
5. Plano de Gestão
 - a. Plano de Segurança;
 - b. Plano de organização/local;
 - c. Plano de gestão dos materiais.

4.2.1. ESTUDO DE VIABILIDADE DO PROJECTO

Numa primeira fase é necessário averiguar se os trabalhos a desenvolver, através de um exame geral ao edifício, viabilizam a aplicação da técnica da desconstrução e o respectivo reaproveitamento de materiais. Neste exame deve-se proceder à análise de alguns aspectos muito importantes que visam determinar a aplicação, ou não, desta técnica: [37]

- Procurar danos devido a água, fogo ou insectos;
- Procurar materiais e elementos que contêm materiais perigosos;
- Procurar sinais de instabilidade estrutural;
- Procurar materiais e elementos específicos com elevado potencial de reutilização;
- Analisar a cobertura e verificar o tipo de soluções construtivas e se existem danos visíveis;
- Analisar os revestimentos de paredes e de pisos;
- Analisar o projecto para a identificação de potenciais elementos construtivos existentes nas diversas soluções construtivas;
- Analisar acessibilidades e espaços para montagem de estaleiro.

Da análise geral do edifício deve resultar um relatório inicial. Este relatório, que pode ser consultado no Anexo A1, deve fazer uma breve síntese das características do edifício e deve-se fazer acompanhar por uma descrição dos principais aspectos observados. No que diz respeito à descrição do edifício esta deve incidir sobre: [37]

- O tipo de edifício;
- O ano de construção;
- O tipo de construção (construção em betão ou madeira);
- O nº de pisos;
- As acessibilidades;
- A área de actuação;
- O tipo e as condições do terreno.

Se as características gerais do edifício apontam para a viabilidade da desconstrução, deve-se elaborar uma análise mais detalhada com a finalidade de calcular os custos da desconstrução, as exigências de tempo, de mão-de-obra e de equipamento e a previsão dos tipos e das quantidades de materiais e de elementos recuperados para a elaboração de um plano de gestão.

4.2.2. INVENTARIAÇÃO DO EDIFÍCIO

Para potenciar a reutilização, deve-se proceder à inventariação dos materiais e dos elementos construtivos que fazem parte do projecto de reabilitação/manutenção ou demolição do edifício. Este registo deve ser feito num documento apropriado para o efeito para que se consiga gerir correctamente e eficientemente todo o processo de desconstrução. O sucesso da reutilização e consequente diminuição da produção de RCD está implícito no sucesso da aplicação deste documento.

É importante numa primeira fase, tentar enquadrar todos os materiais e elementos construtivos de um edifício em níveis de intervenção. Num processo de desconstrução de um edifício existem vários tipos de materiais e de elementos que, não fazendo parte da construção propriamente dita do edifício, têm também de ser removidos. A remoção destes elementos deve ser feita antes do início da desconstrução para que este processo decorra sem atrasos.

É neste sentido, e seguindo as etapas básicas da desconstrução enunciadas no ponto 2.3.3.5 do capítulo 2, que atribui-se a cada elemento ou material um nível de intervenção que reflecte a ordem pela qual este deve ser retirado: [9,35,42]

1. Desmontagem manual dos objectos:
 - Remoção dos resíduos para tratamento especial;
 - Remoção de mobílias e equipamentos;
 - Remoção de instalações eléctricas e equipamentos.
2. Demolição manual e com ferramentas de elementos de construção e materiais reutilizáveis:
 - Janelas, portas, escadas e emoldurados reutilizáveis;
 - Tábuas de pavimento e vigas de madeira reutilizáveis;
 - Elementos metálicos, radiadores, tubagens, e elementos de ferro fundido reutilizáveis;
 - Placas de gesso e panos de vidro reutilizáveis.
3. Demolição feita com máquinas:
 - Demolição do telhado;
 - Demolição da estrutura;
 - Triagem de materiais reutilizáveis e recicláveis: tijolos, argamassas, madeira, metais.
4. Limpeza do local de demolição, feita com máquinas:
 - Desenterrar as fundações;
 - Remover tanques de combustíveis;
 - Limpar árvores e vegetação.

A reutilização de materiais e de elementos construtivos depende das características e das propriedades que estes possuem no acto da desconstrução. Este aspecto é muito subjectivo e depende muitas vezes da sensibilidade do responsável pela avaliação do edifício. No entanto pode-se estabelecer alguns aspectos que devem ser analisados no acto da decisão, tais como:

- Estado de conservação;
- Contaminação;
- Resistência;
- Quantidade;
- Dimensão;
- Facilidade de limpeza e tratamento;
- Facilidade de remoção;
- Possível função a desempenhar.

Estes aspectos permitem de uma forma subjectiva classificar os materiais e os elementos construtivos quanto à sua condição:

- 5 - Excelente estado de conservação;
- 4 - Bom estado de conservação;
- 3 - Suficiente estado de conservação;
- 2 - Fraco estado de conservação;
- 1 - Danificado por completo.

É com base na condição em que eles se encontram, e mais uma vez com base nos aspectos acima mencionados, que se classificam os materiais e os elementos construtivos quanto ao seu destino:

- 1 - Reutilizar;
- 2 - Reciclar;
- 3 - Aterro;
- 4 - Contaminados.

Todos os aspectos atrás mencionados têm como objectivo a determinação do destino final de cada componente. Porém, para que a gestão do processo de desconstrução seja eficiente, deve-se proceder à descrição geral de cada componente a analisar, isto é, descrever as características gerais que o definem, e à identificação do local de onde este irá ser retirado. É também muito importante que cada componente tenha um registo fotográfico, que deve estar em correspondência com a tabela - ID, para facilitar todo o processo a jusante da desconstrução. ID surge da abreviatura de identificação, pelo que esta se deverá fazer através da atribuição de um número. Este número deverá ser composto pelo código LER associado ao tipo de material que se está a identificar e pelo respectivo número da foto. Por exemplo: supondo que o elemento em estudo é uma porta em madeira e que corresponde ao décimo registo fotográfico, tem-se que o seu ID será: 170201.10. Este tipo de identificação permite saber que tipos e que quantidades de materiais existem em obra e quais as preocupações a ter ao nível da sua gestão. No Anexo A2 encontram-se os códigos LER que identificam os resíduos de construção e demolição.

Propõe-se através da Tabela 9, um modelo para que a inventariação de todos os artigos de um edifício, inclusive os materiais e os elementos construtivos, seja clara, rápida e eficiente. Esta tabela, para além de ser de fácil compreensão permite tratar e organizar os dados, obter estatísticas importantes, apoiar na determinação dos custos envolvidos no projecto e definir prioridades de intervenção. Esta tabela encontra-se na íntegra no Anexo A3.

Tabela 9 - Folha para inventariação do edifício

Local	Item	ID	Nível	QTD	Descrição	Condição	Destino

Para dar apoio ao responsável pela avaliação do edifício apresenta-se uma lista com alguns elementos com potencial de reutilização e uma outra com elementos com potencial de reciclagem. Os elementos que constam na Tabela 10 são meramente indicativos, pelo que o responsável deve sempre ter em atenção os aspectos acima descritos e só depois tomar a sua decisão.

Tabela 10 - Lista com elementos com potencial de reutilização e reciclagem

Elementos reutilizáveis:	Elementos recicláveis:
<ul style="list-style-type: none"> • Dispositivos eléctricos; • Tijolos; • Mobiliário; • Telhas; • Madeiras; • Portas; • Canalizações; • Revestimentos; • Isolamento térmico e acústico; • Dispositivos eléctricos de iluminação; • Mármore e outras pedras; • Aço e outros metais; • Janelas; • Lâmpadas; • Vidros. 	<ul style="list-style-type: none"> • Betão; • Agregados; • Papel e cartão; • Vidro; • Asfalto; • Aço e metais; • Tintas; • Madeiras; • Plásticos; • Lâmpadas; • Gesso cartonado.

A decisão da aplicação da desconstrução como técnica de reaproveitamento de materiais pode ser facilitada pela existência de uma tabela, como a apresentada, onde estejam detalhados todos os elementos de um edifício. A análise ao edifício deve ser feita preferencialmente por pessoas que tenham conhecimento das técnicas usadas na construção de edifícios e que estejam, de certa forma, sensibilizadas para a reutilização de materiais. Um inventário detalhado exige a inspeção de cada componente, centrando-se sobre a sua condição e o modo como é fixado à estrutura. [25]

Seguem-se alguns aspectos a ter em atenção na avaliação, que se consideram importantes para uma eficiente inventariação e consequente sucesso na reutilização: [23]

- Identificar materiais que possam ser removidos e separados sem danos;
- Identificar elementos construtivos e materiais antigos com grande potencial económico;
- Identificar materiais e elementos que possam ser facilmente reutilizados, como portas, janelas, etc., isto é, que são facilmente escoados;
- Identificar os materiais praticamente novos, que podem ser reutilizados facilmente;
- Identificar os materiais que contêm substâncias perigosas ou contaminados;

- Ter a mente aberta face ao potencial do material ou elemento em estudo e discutir ideias quanto ao seu aproveitamento;
- Identificar materiais ou elementos cuja remoção pode pôr em causa a segurança dos intervenientes em obra;
- Estar sempre consciente da hierarquia dos sistemas construtivos para evitar a degradação de materiais e de elementos construtivos em bom estado e com elevado potencial de reutilização.

Na análise detalhada ao edifício o responsável pela avaliação deve-se fazer acompanhar por:

- Máquina fotográfica;
- Fita métrica;
- Elemento de escrita;
- Folhas de inventário;
- Escada;
- Equipamento de segurança.

4.2.3. ESTIMATIVAS DE CUSTOS

Após a inventariação de todo o edifício e decidido qual o destino a dar aos materiais, através das estatísticas resultantes da tabela, deve-se proceder à estimativa dos custos e dos proveitos resultantes dos trabalhos e dos materiais:

- Custos de eliminação dos materiais;
- Custos decorrentes da execução dos trabalhos;
- Custos resultantes de operações de manutenção/reabilitação e recuperação dos materiais;
- Proveitos resultantes do reaproveitamento dos materiais.

Para a estimativa de custos, é essencial comparar os custos da reutilização dos materiais recuperados com o custo da aquisição de materiais novos. O manuseamento e o tratamento de materiais contaminados deve ser estudado para evitar a contaminação de outros materiais, pelo que podem acarretar custos mais acentuados que os restantes resíduos.

No que diz respeito aos proveitos resultantes do reaproveitamento dos materiais, deve-se dar preferência à reutilização de materiais e elementos usados em detrimento da aplicação de novos. É de especial interesse conhecer quais os materiais que têm mais procura no mercado, para fazer uma estimativa dos proveitos que se poderá obter do reaproveitamento dos materiais.

É nesta fase que se deve propor ao dono de obra a reutilização de materiais e de elementos construtivos no seu projecto. Numa primeira fase deve-se demonstrar as vantagens económicas que o dono de obra tem ao incorporar no seu projecto materiais usados. Numa segunda fase, deve-se sensibilizar o dono de obra para a qualidade superior destes materiais face aos novos. E numa terceira fase, sensibilizar o dono de obra para a problemática da produção dos RCD. Uma boa proposta é determinante para que o dono de obra opte pela desconstrução em detrimento da remoção despreocupada dos materiais e elementos construtivos do seu projecto.

A apresentação das estimativas dos custos ao dono de obra permite que este determine a viabilidade do projecto. Pode, no caso de haver duas empresas ou mais interessadas no projecto, determinar aquela que fica responsável pela execução dos trabalhos.

4.2.4. LICENÇAS E LEGISLAÇÃO EM VIGOR

O passo seguinte à aprovação da proposta para a execução dos trabalhos passa por determinar o enquadramento legal de todos os trabalhos a desenvolver. O novo regime jurídico da urbanização e edificação - Decreto-Lei 60/2007 veio permitir a execução de alguns trabalhos e algumas modificações em edifícios sem a necessidade de emissão de licenças. Contudo, a necessidade da sua emissão depende do tipo de projecto e de trabalhos a desenvolver, pelo que deve ser consultado o regime em questão. Também deve ser requerido junto do município, onde os trabalhos se irão desenvolver, a legislação existente inerente à execução deste tipo de trabalhos. No que diz respeito à gestão dos resíduos deve ser consultado o novo regime de gestão de resíduos de construção e demolição, assim como todo o conjunto de documentos que apoiam a sua gestão, como a portaria 209/2004 e o Decreto-Lei 152/2002. Será novamente importante requerer informações acerca da legislação existente sobre a gestão de RCD junto do município onde estão previstos os trabalhos.

4.2.5. PLANO DE GESTÃO

O factor determinante para a qualidade e viabilidade do projecto está no sucesso com que o plano de gestão é elaborado e implementado. Um plano de gestão ajustado ao projecto e aos trabalhos a desenvolver permite a maximização da reutilização e da valorização dos resíduos.

Na Figura 26 apresenta-se todo o conjunto de aspectos a ter em consideração na elaboração de um plano de gestão. Todos os aspectos devem evidenciar um objectivo comum: A maximização da reutilização de materiais e de elementos construtivos.

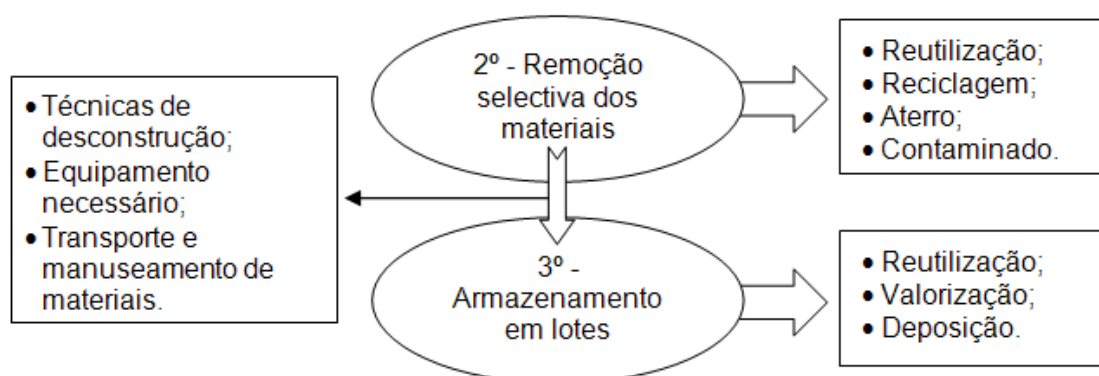


Figura 26 - Aspectos a considerar na elaboração de um plano de gestão

Segurança

Antes de se proceder à desconstrução, como método de recuperação de materiais e de elementos construtivos, é necessário garantir a segurança de todos os trabalhadores que intervêm no processo. Para isso, deve ser elaborado um plano de segurança e saúde (PSS), adaptado às tarefas a desenvolver e que deve ser implementado ainda na fase de preparação da desconstrução. Todavia, a elaboração do PSS deverá estar pendente do tipo de trabalhos a executar e da sua dimensão, pois se nuns casos se trata da reabilitação/manutenção ou demolição de um edifício multifamiliar, e aqui a sua elaboração

fará algum sentido, nos casos em que se trata apenas da reparação/manutenção de uma habitação, a sua elaboração não fará tanto sentido.

Sendo a desconstrução caracterizada pela remoção cuidadosa dos materiais e dos elementos construtivos, diferencia-se da demolição tradicional pelo seu uso predominante da mão-de-obra. É por isso de esperar algumas dificuldades na prevenção de cortes e de contusões. Contudo quedas, choques eléctricos ou ferimentos graves têm de ser precavidos de forma a não ocorrerem. É por isso necessário estudar algumas questões, tais como: [37]

- O trabalho em altura;
- O corte de electricidade;
- O corte de abastecimento de água;
- A queda de materiais;
- O contacto com materiais perigosos;
- A simultaneidade de tarefas;
- A capacidade resistente da estrutura.

A elaboração de um PSS não exclui a presença de um responsável em obra pela segurança de todos os trabalhadores, muito pelo contrário. O responsável deve acompanhar todas as tarefas no local de modo a avaliar o potencial perigo na execução da tarefa e ter autoridade para desencadear a acção correctiva. De seguida apresentam-se alguns cuidados a ter em atenção para que seja assegurada a segurança durante o processo de desconstrução:

Edifício:

Um aspecto muito importante da segurança preventiva, é garantir que todos os resíduos perigosos, como o amianto, o fibrocimento, o alcatrão e outros elementos contaminados são removidos através de técnicas adequadas e encaminhados para locais devidamente licenciados. É também necessário garantir que os perigos biológicos possíveis e acessíveis são tratados. A estrutura do edifício deve suportar o peso dos trabalhadores e das ferramentas usadas em todo o processo de desconstrução, sendo que, quando em risco de colapso deve ser estabilizada antes de todo o processo de desconstrução se iniciar. A remoção de elementos estruturais deve ser feita de acordo com o plano de desconstrução para que nunca seja posta em causa a estabilidade do edifício. Ao dismantelar um edifício é de todo importante conhecer quais as técnicas utilizadas na montagem dos elementos e quais as ferramentas usadas para uma melhor compreensão dos perigos associados às tarefas a realizar.

Tempo:

Chuva, condições molhadas e ventos levantam de imediato sérios perigos, pelo que os trabalhos devem ser imediatamente parados. Escorregamentos, choques eléctricos e perda de equilíbrio são alguns exemplos dos perigos associados às condições climáticas adversas. Porém, ambientes muito quentes levam à rápida exaustão, pelo que deve ser assegurado o fornecimento de água aos trabalhadores.

Ferramentas:

As ferramentas a usar devem estar em boas condições, ser apropriadas às tarefas a realizar e devem ser utilizadas correctamente. Na execução de uma tarefa que envolva trabalhadores e equipamentos mecânicos, deve ser assegurado a separação das suas actividades.

Supervisão:

Os responsáveis pela segurança e pela supervisão da execução dos trabalhos devem saber como identificar os perigos e como actuar de forma adequada para elimina-los. A boa relação e comunicação com todos os trabalhadores é essencial para que as ordens sejam cumpridas e respeitadas. A segurança é o resultado de uma boa comunicação entre todos os intervenientes e da transmissão dos conhecimentos de como fazer as coisas em segurança.

Limpeza do Local:

Um local limpo é um local seguro. Este deve ser outro aspecto a ter em atenção para se garantir a segurança durante todo o processo. Tropeçar e deslizar em restos de materiais é um perigo constante na actividade da construção civil, que pode ser evitado, removendo sempre, o mais cedo possível, todos os materiais ou resíduos que se encontram no local onde se executa a tarefa ou nas zonas de passagem.

Além destes cuidados, deve-se proceder à vedação do local e prover o local de contentores adequados para a recolha dos materiais, elementos construtivos e resíduos resultantes da desconstrução.

Planta de organização/local

Com o intuito de organizar todas as operações em obra, deve-se proceder à elaboração de uma planta do local. Esta planta deve ter em atenção os seguintes aspectos:

- Separar a obra por zonas de intervenção, para evitar a simultaneidade de tarefas e a circulação congestionada;
- Identificar corredores de circulação para os trabalhadores e os locais de entrada e saída;
- Identificar zonas de carga e descarga de materiais e de elementos;
- Organizar e distribuir os contentores pelo estaleiro por quantidades de materiais de forma a minimizar os tempos de percurso e a minimizar a dificuldade na movimentação dos materiais;
- Organizar um plano de segurança, identificando caminhos de emergência e dispositivos de combate a incêndio;
- Identificar e localizar recipientes de pequena dimensão para recolha de RCD.

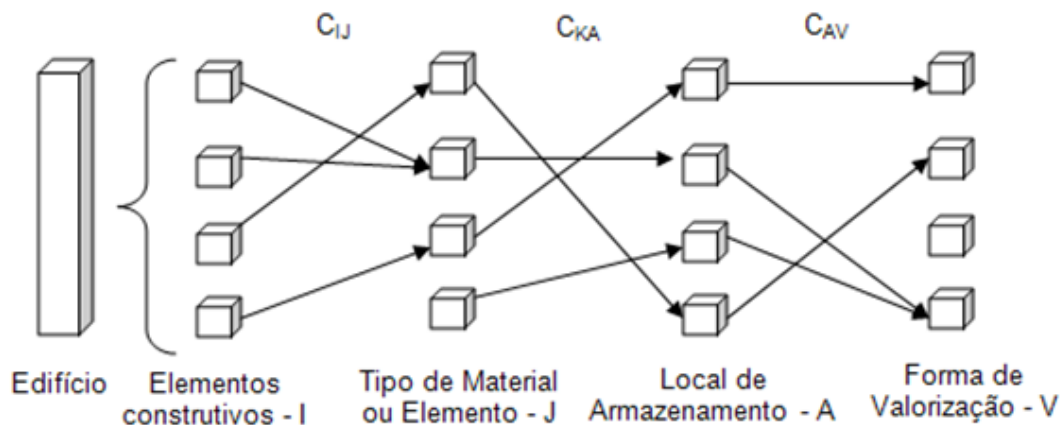
Plano de gestão dos materiais

Sendo a desconstrução um processo que promove o desmantelamento de um projecto, com o objectivo de recuperar a quantidade máxima de materiais de elevado valor e em boas condições para futura reutilização, para que este processo ocorra com sucesso, salientam-se os seguintes aspectos:

- Todos os intervenientes no local, devem ter conhecimento onde se encontram os materiais e elementos com potencial de reutilização, de reciclagem, destinados para aterro ou contaminados, para que os trabalhos comecem pela hierarquia estabelecida;
- É necessário compreender as técnicas construtivas e tomar medidas específicas para a remoção dos materiais e dos elementos do local;

- A remoção de materiais e de elementos deve ser realizada com o máximo cuidado para evitar danos noutros materiais, pelo que nos casos onde se preveja alguma dificuldade se deve proceder à protecção dos materiais e dos elementos;
- Na remoção de materiais e de elementos estes devem-se fazer acompanhar por algo que os identifique e que esteja em correspondência com a inventariação inicialmente feita;
- É importante assinalar todos os materiais e elementos removidos;
- Todos os materiais e elementos contaminados devem ser devidamente acompanhados para que não ocorra a contaminação.

Porém, todos estes aspectos devem estar devidamente envolvidos em todo um processo. A definição do processo que define todas as tarefas desde a remoção dos elementos até ao seu destino final, seja ele a reutilização, a reciclagem ou o aterro, deve ser clara e definida desde o início dos trabalhos. Na Figura 27 apresenta-se um esquema representativo para a definição de todo o processo. [43]



C_{IJ} - Técnicas de remoção dos materiais e dos elementos construtivos;

C_{JA} - Manuseamento, transporte e armazenamento dos materiais;

C_{AV} - Valorização dos materiais.

Figura 27 - Processos a considerar no plano de gestão

Técnicas e ferramentas para a desconstrução

A desconstrução pressupõe um conjunto de técnicas que permitem o desmantelamento de todo um edifício, de forma cuidadosa, promovendo a recuperação dos materiais e dos elementos construtivos em bom estado para futura reutilização. Na definição de cada técnica de remoção deve estar implícita a preocupação na recuperação com o menor dano possível.

O conhecimento de técnicas de construção de edifícios é um factor fundamental para que a definição deste conjunto de técnicas tenha sucesso. É por isso importante que o empreiteiro responsável pela execução dos trabalhos, defina as técnicas de remoção dos materiais de acordo com a sua experiência e de acordo com meios e ferramentas que tem ao seu dispor.

A escolha das ferramentas deve ser baseada no facto de estas permitirem a remoção dos materiais ou elementos com o mínimo de esforço e provocando o menor dano possível. Por este motivo, apresentam-se algumas ferramentas que se consideram indispensáveis para a execução dos trabalhos. [37]

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Machado; ▪ Picareta; ▪ Enxada; ▪ Pá; ▪ Compressor; ▪ Máquina de parafusos e de furar a bateria, com carregador; ▪ Martelo; ▪ Extensão eléctrica; ▪ Escada; ▪ Fita métrica; ▪ Pregos e parafusos; 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Serra eléctrica para madeira e metal; ▪ Serrote de mão; ▪ Chaves de fendas; ▪ Pé de cabra; ▪ Ancinho; ▪ Ponteiros; ▪ Martelo pneumático ou eléctrico; ▪ Andaimos; ▪ Grua/guincho; ▪ Pranchas. ▪ Alicates;
--	---

Manuseamento, transporte e armazenamento

No sentido de ir em conta com o novo regime jurídico da gestão dos RCD, as operações de armazenagem e de triagem são realizadas de forma a garantir a máxima reutilização e valorização de RCD, devendo os resíduos perigosos ser encaminhados e geridos em conformidade com as disposições normativas aplicáveis.

Todos os materiais e elementos recuperados devem ser manuseados com o máximo cuidado e de acordo com fichas de segurança, onde devem ser especificados os equipamentos de protecção individual e colectiva, EPI's e EPC's respectivamente. Estas fichas permitem que os trabalhos decorram em segurança e que o material sofra o menor dano possível.

Todas as operações de transporte devem ser feitas pelos caminhos especificados para a circulação. Estes circuitos devem estar organizados de tal modo que seja sempre garantida a segurança dos trabalhadores e que esteja sempre limpa e desimpedida. Devem ser caminhos curtos, o mais espaçosos possíveis e com o mínimo de obstáculos, como escadas ou portas.

O armazenamento dos materiais é um aspecto muito importante. Torna-se então necessário, através dos dados recolhidos na inventariação do edifício, proceder ao estudo dos seguintes aspectos:

- Tipos de materiais e respectivas formas de armazenamento;
- Volumes a armazenar;
- Espaço necessário para a organização do estaleiro;
- Soluções ao nível da logística;
- Operadores licenciados.

Do estudo destes aspectos deve resultar a escolha do número e do tipo de contentores a colocar em obra. As Figuras 28, 29, 30 e 31 são alguns exemplos de tipos de armazenamento de materiais.

Fonte: [16]



Figuras 28 - Exemplo de um contentor para armazenamento



Figura 29 - Exemplo de um contentor para armazenamento



Figuras 30 - Exemplo de recipientes para armazenamento



Figura 31 - Exemplo de recipientes para armazenamento

Todos os materiais que têm como destino final o aterro são designados por RCD. O novo regime obriga ao registo dos dados relativos à produção de RCD. As estimativas a registar resultam da inventariação feita ao edifício, pelo que demonstra-se uma vez mais a sua importância. A remoção dos RCD da obra deve ser feita através de operadores licenciados e sempre acompanhados por uma guia de transporte, onde menciona, entre outros aspectos, o tipo de RCD que transporta, a sua quantidade e o seu destino final.

Valorização dos materiais

Da matéria exposta no capítulo 2, observou-se que muitos dos materiais provenientes de um edifício têm um elevado potencial de valorização. A técnica de valorização depende da forma como os materiais e elementos são retirados da obra e das condições em que estes são armazenados e transportados. Para que o reaproveitamento dos materiais e elementos aconteça, para além de ser necessário criar condições em obra, é também necessário que todos os intervenientes no processo estejam conscientes das operações a desenvolver.

A triagem e separação em obra dos diferentes materiais e elementos são passos fundamentais para que se criem condições para a reutilização e reciclagem. No início de qualquer projecto deve-se ponderar qual o destino a dar aos materiais e elementos resultantes do projecto. Reconsiderar a aplicação dos materiais e elementos resultantes da desconstrução no mesmo projecto, após algumas técnicas de manutenção e limpeza, ou acondiciona-los para a futura reutilização num outro projecto, são duas opções muito válidas, ambas com vantagens e benefícios económicos. Para isso é necessário estimular os responsáveis pela escolha deste tipo de soluções, ou seja, os arquitectos e os técnicos. Note-se que a incorporação de alguns materiais usados em novos projectos está devidamente regulamentada, como é o caso da reutilização de agregados de betão em novas misturas de betão. Não menos interessante é a opção de doar todos os materiais e elementos resultantes do projecto a instituições de caridade. Dado ainda não existir um mercado de materiais usados em Portugal, esta opção mostra-se muito válida face a outras.

Depois da recolha dos materiais com potencial para a reciclagem, estes devem ser encaminhados para operadores licenciados para serem transformados.

5

APLICAÇÃO PRÁTICA

5.1. INTRODUÇÃO

Pretende-se neste capítulo, demonstrar o potencial de reutilização de materiais e de elementos construtivos de um projecto, através da aplicação do guia proposto. A aplicação da metodologia pressupõe a análise e a classificação de diversos materiais e elementos construtivos, de acordo com o seu tipo e com as suas potencialidades de reutilização. A aplicação deste caso prático tem por base o preenchimento das fichas elaboradas e que constam em anexo.

5.2. APLICAÇÃO DO MÉTODO

5.2.1. APRESENTAÇÃO DO CASO PRÁTICO

O caso prático em estudo diz respeito a uma intervenção de reabilitação/manutenção numa moradia unifamiliar com cave e rés-do-chão, situada em Esmoriz. As necessidades do dono obra incidem apenas na cave do edifício, uma vez que o rés-do-chão foi totalmente remodelado há relativamente pouco tempo.

O dono de obra pretende proceder a obras de remodelação na cave, pelo que, numa primeira abordagem, estão implícitas nas suas exigências a substituição dos elementos construtivos que se mostrarem deteriorados. A Figura 32 representa a planta da cave.

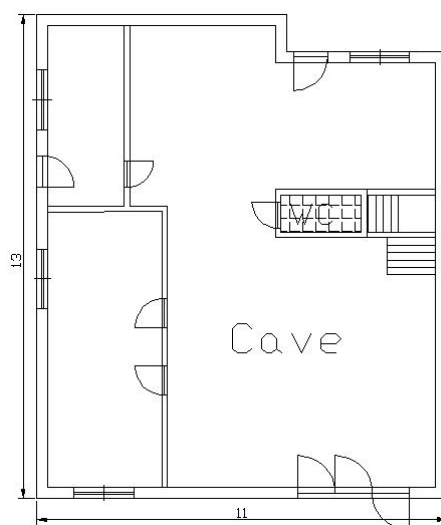


Figura 32 - Planta da Cave

5.2.2. AVALIAÇÃO GERAL DO PROJECTO

A abordagem de um edifício é por si muito complexa, pelo que é fundamental numa primeira fase, descrever com o maior detalhe possível o edifício. Este primeiro passo é fundamental para se obter uma ideia dos principais aspectos a ter em consideração no acto da inventariação do edifício.

O preenchimento da ficha presente no Anexo A1, e cujo resultado se pode observar na Tabela 11, permitiu avaliar de uma forma geral o edifício em estudo e evidenciar os principais aspectos que indicam a viabilidade do projecto, no que diz respeito ao potencial de reutilização dos elementos construtivos.

Tabela 11 - Descrição geral do projecto

Projecto	Reabilitação da Cave de uma Moradia
Morada do projecto	Rua 31 de Janeiro, nº113 3885-430 Esmoriz
Dono de obra	Pedro Diogo Reis Silva
Contacto	919515738
Tipologia do Edifício	Habitação Unifamiliar
Ano de construção	1985
Tipologia da estrutura resistente	Viga / Pilar em betão armado
Nº de pisos	Cave + R/C
Acessibilidades	Local com bons acessos
Área de construção	145 m2
Tipo e condições do terreno	Toda área exterior pavimentada
Aspectos positivos observados	<ul style="list-style-type: none"> Janelas e Portas exteriores em madeira maciça, aparentemente em bom estado de conservação; Portas interiores em madeira, aparentemente em bom estado de conservação; Amplo espaço interior e exterior livre para organização de estaleiro;
Aspectos negativos observados	<ul style="list-style-type: none"> Não se observaram aspectos que pusessem em causa a viabilidade do projecto;
Observações	Sem comentários
Data de inspecção	Quinta-feira, 24/04/2008
Condições meteorológicas	Céu pouco nublado, temperatura exterior na ordem dos 20°C

5.2.3. INVENTARIAÇÃO DO PROJECTO

Após uma breve descrição do edifício e dos principais aspectos que realçam o potencial de reutilização do projecto, conclui-se que, numa primeira impressão, este é viável.

Em resultado desta primeira análise e de acordo com a metodologia proposta no guia, passou-se de seguida à inventariação dos materiais e dos elementos construtivos do projecto. No Anexo A4, podem ser consultadas as folhas de inventariação resultantes da inspecção ao edifício. As fotos de todos os elementos inventariados podem também ser consultadas no referido Anexo A4.

Dada a pequena dimensão dos trabalhos e a sua especificidade, optou-se por especificar com maior detalhe a ordem pela qual os elementos seriam removidos. Esta opção, embora não esteja de acordo com os 4 níveis de intervenção pré-definidos anteriormente, está enquadrada na sua lógica. Numa primeira fase, intervém-se ao nível da desmontagem manual de objectos, como instalações eléctricas e sanitárias, e numa segunda fase, à remoção de materiais e de elementos construtivos, como portas e janelas.

No que diz respeito à localização dos elementos, podem-se dividir em 2 zonas distintas:

- WC;
- Arrumos.

Os arrumos ocupam a generalidade da área em estudo, pelo que dificulta a atribuição de uma localização específica aos materiais e aos elementos construtivos. De qualquer modo, como o projecto é de pequena dimensão e os elementos construtivos são idênticos para cada tipo de solução construtiva, considerou-se apenas a adopção de 3 localizações distintas:

- WC;
- Arrumos;
- Fachadas.

A localização WC referencia todos os elementos e materiais provenientes do WC. A localização Arrumos, é atribuída a todos os materiais e elementos construtivos que resultem das soluções construtivas no interior da cave. Às fachadas são atribuídas todos os elementos construtivos exteriores, segundo a sua orientação espacial.

5.2.4. CONSIDERAÇÕES NA APLICAÇÃO DO CASO PRÁTICO

Estimativa de Custos

A estimativa de custos deve ser elaborada com base no potencial de reutilização e no estado de conservação dos materiais. Este tipo de análise deve ser feito por pessoas e empresas com conhecimento na área da reutilização e sempre em função da procura do mercado. É também fundamental que nesta estimativa de custos sejam englobados todos os custos inerentes à execução dos trabalhos. Estes custos estão sempre associados quer às técnicas utilizadas quer ao corpo técnico necessário para a execução deste tipo de trabalhos. É por este motivo que não se considerou importante, sob o ponto de vista académico, a estimativa de custos neste trabalho.

Legislação

A entrada do novo regime jurídico da urbanização e edificação - DL 60/2007 - permite que, para este tipo de obras, não seja necessária qualquer licença. Desde que as obras não impliquem uma alteração urbanística significativa, deixa de haver qualquer controlo prévio, sendo apenas necessário uma comunicação prévia à câmara municipal. É necessário ainda verificar o cumprimento do DL 176/2006 e todos os documentos que apoiam a sua gestão, dado que ainda não vigora o novo regime 46/2008.

Segurança

O projecto em estudo não requer cuidados especiais de segurança. Os trabalhos a efectuar não envolvem riscos elevados nem põem em causa a segurança dos trabalhadores. Contudo, a empresa responsável pela execução do projecto, deve elaborar um conjunto de regras de segurança, em função das suas técnicas correntes e dos equipamentos usados na execução dos trabalhos.

Planos de gestão do estaleiro e dos materiais

O mesmo acontece com a organização do estaleiro e com a gestão dos materiais. Estes dois planos devem ser elaborados de modo a maximizar o rendimento e a eficiência dos trabalhos, pelo que é impossível dissociar toda esta organização da própria estrutura de uma empresa. Cada empresa é caracterizada pelas técnicas e equipamentos com que efectua os trabalhos e pelo modo como se organiza e gere todo o seu trabalho. Diferentes empresas têm necessariamente modos diferentes de executar os mesmos trabalhos, pelo que a organização do projecto deve ter em atenção as necessidades intrínsecas de cada empresa.

5.2.5. ANÁLISE DE RESULTADOS

Da inventariação do projecto, resulta um conjunto de informação valiosa que permite tirar algumas conclusões quanto ao potencial de reutilização dos materiais e dos elementos construtivos.

Após o tratamento estatístico dos dados observa-se na Tabela 12, que o projecto tem um elevado potencial de reutilização, sendo que num universo de 41 elementos construtivos, 37 têm potencial para serem reutilizados. No Gráfico 1 pode-se ainda observar que o peso da reutilização comparativamente a outros possíveis destinos é sem dúvida dominante.

Tabela 12 - Destinos dos materiais e dos elementos construtivos

Tipo de destino	QTD	%
Reutilização:	37	90,2
Reciclagem:	4	9,8
Aterro:	0	0,0
Contaminados:	0	0,0
Total destinos:	41	100

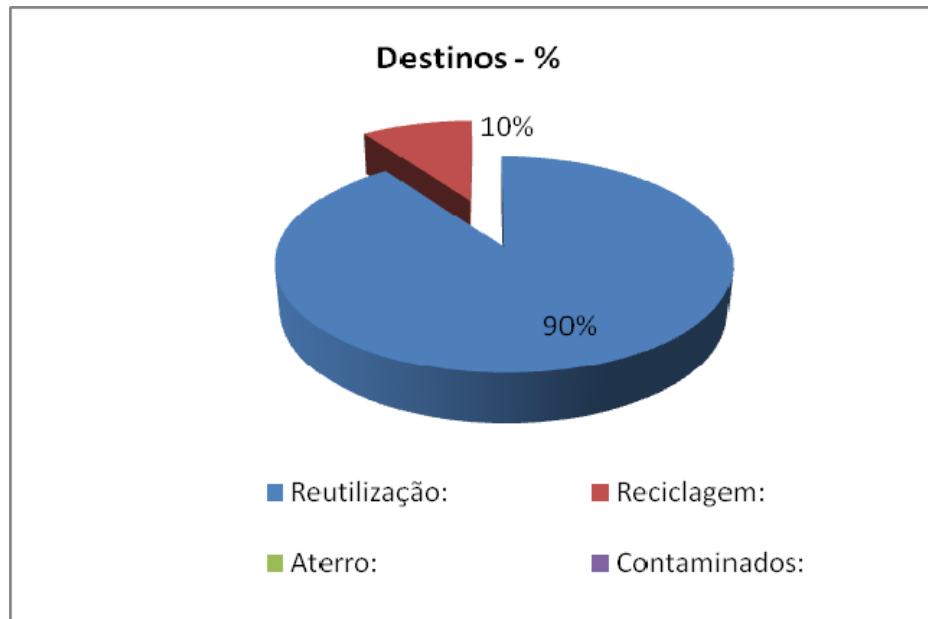


Gráfico 1 - Destinos dos materiais e dos elementos construtivos em percentagem

Considera-se também importante, uma análise quanto ao estado de conservação dos materiais e dos elementos construtivos. Este aspecto pode também ser determinante para demonstrar a viabilidade da reutilização e o potencial valor económico dos elementos construtivos, em detrimento do seu envio para aterro. Na Tabela 13 observa-se que a grande maioria dos elementos construtivos apresenta-se em bom estado de conservação. Este aspecto é muito importante, pois potencia a reutilização dos elementos construtivos do projecto em estudo.

Tabela 13 - Estado de conservação dos materiais e dos elementos construtivos

Estado conservação	QTD	%
Excelente:	1	2,4
Bom:	26	63,4
Suficiente:	10	24,4
Fraco:	4	9,8
Danificado:	0	0,0
Total:	41	100,0

O Gráfico 2 permite uma visualização gráfica dos dados facilitando a sua interpretação e compreensão.

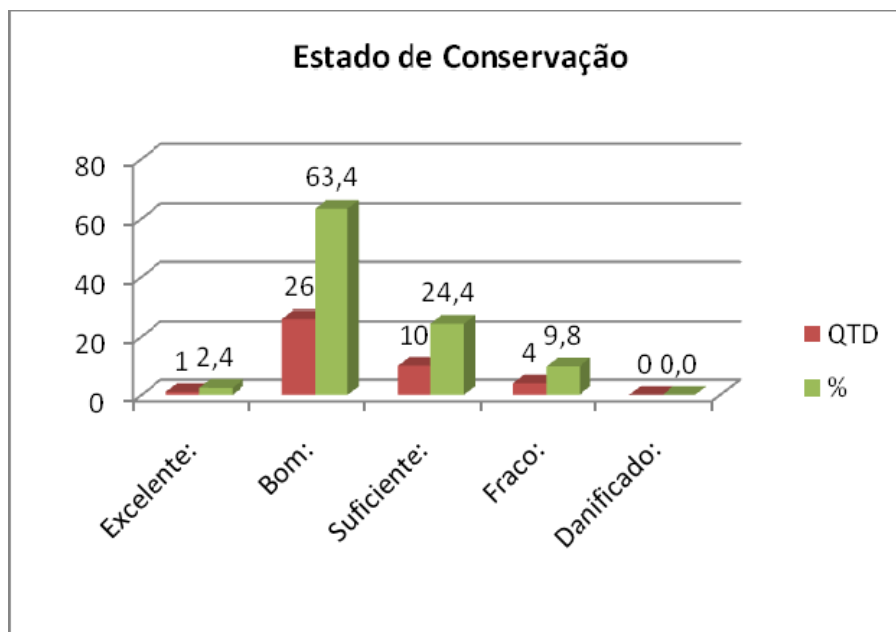


Gráfico 2 - Estado de conservação dos materiais e dos elementos construtivos

5.3. CONCLUSÃO

A aplicação do caso prático limita-se à inventariação e avaliação dos materiais e dos elementos construtivos do projecto, quanto ao seu potencial de reutilização, por aplicação das fichas elaboradas.

Da análise dos resultados conclui-se que o projecto tem um elevado potencial de reutilização e que na sua generalidade, os elementos construtivos encontram-se em bom estado de conservação. Observa-se que dos 41 elementos identificados, 37 têm como destino final a reutilização e que, destes 41, 26 encontram-se em bom estado de conservação. Estes dois aspectos são determinantes para demonstrar a viabilidade do projecto.

Visto que na sua maioria os materiais e os elementos construtivos têm características que lhes permitem ser reutilizados sem grandes custos, a apresentação de uma proposta de manutenção ao dono de obra poderia ser uma mais-valia.

5.4. PROPOSTA DE MELHORIA

A recolha de imagens ainda na fase de estudo prévio, isto é, na fase de inventariação, é de certa forma, pouco prática. A heterogeneidade que caracteriza os elementos construtivos dificulta, quer a identificação dos materiais que o constituem, quer o seu registo fotográfico. Julga-se por isso pertinente o estudo deste aspecto na expectativa de se aumentar a eficiência da inventariação.

Seria também interessante, na perspectiva de facilitar e apoiar o responsável pela inspecção ao edifício, detalhar os 4 níveis de intervenção. Este detalhe deveria passar pela criação de sub-níveis de intervenção, onde se especificasse dentro de cada nível, quais os principais elementos construtivos a serem removidos e a ordem pela qual cada um deveria ser removido.

Quanto ao tratamento dos dados, a nova legislação obriga à monitorização da produção dos RCD em obra. O desenvolvimento de um programa que associe automaticamente os materiais e elementos construtivos removidos com os respectivos códigos LER, seria uma ferramenta prática e muito útil.

Seria também interessante que esta ferramenta permitisse a gestão dos materiais e dos resíduos, determinando de forma automática os volumes e as quantidades de cada tipo de material e a capacidade de armazenamento de todos os destinos.

A aplicação do guia no que diz respeito à avaliação dos materiais e dos elementos construtivos carece ainda de algumas adaptações e melhorias. Todos estes aspectos, permitem estimular o desenvolvimento da reutilização no sector da construção e promover uma diminuição da produção de RCD.

6

CONCLUSÕES

6.1. CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido enquadra-se num tema que hoje em dia tem ganho bastante relevo. O crescimento desenfreado dos RCD e o consumo ineficiente de matérias-primas, põe em causa a sustentabilidade do sector da construção civil e até, o próprio bem-estar do ser humano. Por este motivo é urgente agir na actual forma de produzir deste sector.

Ao longo deste trabalho demonstrou-se que a vida útil dos materiais não se esgota quando estes são removidos dos edifícios. A sua integração em novos ciclos construtivos, através de técnicas de valorização como a reutilização e a reciclagem, permitem diminuir a produção de RCD e o consumo de matérias-primas.

Do caso prático apresentado, resultou que 90% dos elementos construtivos do projecto tinham potencial para ser reutilizados num outro projecto, o que se considerou um óptimo resultado. Observou-se também que a reutilização não implica que os materiais e os elementos construtivos estejam em bom estado de conservação. Os materiais e elementos muito degradados, onde não seja viável o uso de técnicas de manutenção e de reparação, terão como destino final a reciclagem ou a reutilização. Apenas em casos de degradação extrema, estes materiais terão como destino final o aterro.

O pouco conhecimento sobre alguns sistemas construtivos e respectivas técnicas de construção dificultaram a aplicação do caso prático. Todavia, pensa-se que os resultados obtidos foram na sua generalidade, satisfatórios.

Note-se que a reutilização só faz sentido quando associada à técnica de desconstrução. Esta técnica permite a remoção selectiva e organizada de materiais e de elementos construtivos, com o menor dano possível. Conclui-se também, que a remoção selectiva dos componentes de um edifício pode implicar maior dispêndio de tempo quando comparado com outras opções que não a reutilização. Este aspecto pode traduzir-se em maiores custos para o dono de obra. Contudo, estes custos podem ser compensados com os proveitos resultantes do reaproveitamento dos materiais.

Observou-se que apesar do bom estado de conservação que a generalidade dos componentes apresentava, grande parte teria de ser sujeito a operações de manutenção/reabilitação, com o intuito de melhorar o seu desempenho e a sua aparência ou com o objectivo de alterar a função que desempenhava inicialmente.

No que diz respeito à durabilidade, conclui-se que os componentes usados apresentam em muitos casos, maior qualidade e estabilidade que os novos. Porém, este aspecto não implica necessariamente numa maior durabilidade. O estado de conservação e o ciclo de vida de cada componente definem a sua durabilidade e a sua integração em novos ciclos construtivos, mais ou menos duráveis.

Para a reutilização ser economicamente viável, é necessário que os custos a ela associados sejam competitivos e atraentes, quer para o dono de obra, quer para o empreiteiro. Por este motivo, os custos envolvidos em todo o processo devem ser calculados em função da estrutura da empresa, da sua organização, da mão-de-obra disponível, dos equipamentos utilizados, do estado de conservação dos materiais, das operações de manutenção/reabilitação e recuperação, e em função do mercado de materiais usados existente.

A reutilização de materiais e de elementos construtivos pode muitas vezes mostrar-se mais vantajosa, quer a nível económico, funcional e estético, que a adopção de materiais e elementos novos. Esta apreciação deve ser feita tendo em consideração alguns aspectos, como os custos, a aparência, a funcionalidade, a manutenção e o tempo de vida útil pretendido para o material ou para o elemento construtivo.

Em resultado da pesquisa elaborada e do trabalho desenvolvido, conclui-se que a reutilização em projectos de reabilitação/manutenção e demolição, é uma técnica de valorização possível, exequível, economicamente viável e com a qual se obtêm muitos benefícios. Contudo, só é eficiente a partir do momento em que se encara a reutilização como um objectivo, e não como um fim.

Todos os aspectos atrás evidenciados, são fundamentais para que se potencie a reutilização de materiais e de elementos construtivos, e para que o seu reaproveitamento seja eficiente e rentável. Porém, a inexistência de uma actividade económica direccionada para o reaproveitamento de materiais e a falta de um mercado de materiais e de elementos construtivos usados, pode dificultar a introdução da técnica de reutilização no sector da construção civil. É por isso necessário criar condições para a implementação desta técnica e estimular a sensibilidade de todos os intervenientes neste sector, desde o dono de obra ao empreiteiro, quer para a problemática do crescimento dos RCD, quer para as vantagens e benefícios que a reutilização pode trazer para si, e para todos.

6.2. DESENVOLVIMENTO FUTUROS

No que diz respeito à reutilização como método de valorização de RCD, considera-se que para se potenciar a reutilização dos materiais e dos elementos construtivos removidos de um edifício, é de todo fundamental estudar os sistemas construtivos utilizados na construção civil e as respectivas técnicas de construção associadas. Em consequência da falta de conhecimento e de experiência no que diz respeito a técnicas de remoção de elementos, propõe-se o estudo e a especificação de técnicas e de procedimentos, que permitam a remoção de materiais e de elementos construtivos de edifícios com o menor dano possível.

O estudo pormenorizado dos custos associados à técnica de desconstrução, assim como todos os custos envolvidos na manutenção/reabilitação e recuperação de materiais e de elementos construtivos, seria um aspecto interessante a desenvolver de futuro. Este tipo de estudo, dos quais se excluem os custos relacionados com a gestão e estrutura da empresa, permite definir à partida, de acordo com o estado de conservação dos materiais, quais aqueles que são viáveis sob o ponto de vista económico para serem reutilizados em novos projectos. Sendo estes os custos, os que mais pesam para a viabilidade da reutilização de materiais, seria interessante a obtenção de uma expressão analítica que

reproduza um custo aproximado para cada material, ou ainda, a definição de um índice que permita classificar os materiais removidos em obra de acordo com o seu potencial económico.

O novo Regime de Gestão de RCD - Decreto-Lei 46/2008 - foi implementado com o objectivo de reduzir a produção de RCD no sector da construção civil. Baseado em novos modelos de gestão e privilegiando a valorização de resíduos através da reutilização e da reciclagem, pretende ser uma ferramenta eficaz. Propõe-se por este motivo, uma abordagem prática ao novo regime, com a finalidade de se determinar algumas dificuldades no cumprimento da nova legislação e de se evidenciar as preocupações e as medidas desenvolvidas que potenciam a reutilização de materiais.

Por fim, propõe-se o estudo da viabilidade da construção de edifícios recorrendo a materiais maioritariamente usados. Para além dos benefícios ambientais, resultantes do decréscimo do consumo de matérias-primas e da diminuição da produção de RCD, este tipo de construção resulta em benefícios sociais e económicos. Ao se construir com materiais e elementos reutilizados, os edifícios serão necessariamente mais baratos, e por este motivo, mais acessíveis a estratos sociais economicamente mais carenciados.

BIBLIOGRAFIA

- [1] - Gabinete do Secretário de Estado da Presidência do Conselho de Ministros - *Projecto de Decreto-Lei que aprova o regime da gestão de resíduos de construção e demolição: DL551/2007*. 2007. Disponível na internet em: http://base.alra.pt:82/Doc_Audi/VIIIA226-OGP.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.
- [2] = [18]- Jalali, Saíd; Aguiar, J. L. Barroso de; Pereira, L. - *Gestão de Resíduos de Construção e Demolição*. 2004. Disponível na internet em: <http://hdl.handle.net/1822/3046>. Data de acesso: 3/02/2008.
- [3] - *Gestão de RCD a Nível Europeu - Breve Referência*. http://www.cm-montemornovo.pt/reagir/Index_ficheiros/gestaorcd/5.htm. Data de acesso: 3/02/2008.
- [4] - Durão, Vera Lúcia - *Resíduos de Construção e Demolição: Testes de Produção de Resíduos de Construção e Demolição em Condições de Simulação de Obra*. 2004. Disponível na internet em: http://www.ceifa-ambiente.net/portugues/publicacoes/cadernos-ceifa/Caderno_CEIFA_05.pdf/view. Data de acesso: 3/02/2008.
- [5] - Paiva, Paulo Antônio de; Ribeiro, Maisa de Sousa - *A reciclagem da construção civil: como economia de custos*. 2004. Disponível na internet em: http://www.facef.br/rea/edicao06/ed06_art01.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.
- [6] - Gabinete do Secretário de Estado do Ambiente - *Proposta Decreto-Lei para Gestão de RCD*. 2005. Disponível na internet em: <http://construirportugal.com/articles/060905185910.rtf>. Data de acesso: 3/02/2008.
- [7] - Baganha, Maria Ioannis; Marques, José Carlos; Góis, Pedro - *O Sector da Construção Civil e Obras Públicas em Portugal: 1990-2000*. Abril 2002. Disponível na internet em: <http://www.ces.uc.pt/publicacoes/oficina/173/173.php>. Data de acesso: 3/02/2008.
- [8] - CICCOPN - Centro de Formação profissional da Indústria da Construção Civil e Obras Públicas do Norte - *Breve Descrição do Sector da Construção Civil*. 2006. Disponível na internet em: http://negocios.maiadigital.pt/hst/sector_actividade/construcao_civil/caracterizacao/descricao. Data de acesso: 3/02/2008.
- [9] - Projecto WAMBUCO - *Manual Europeu de Resíduos da Construção de Edifícios - Volume III*. 2005. Disponível na internet em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/4623>. Data de acesso: 3/02/2008.

[10] - Caixinhas, João; Jr., Eloy F. Casagrande - *Gestão Integrada de Resíduos para o Ambiente (GIRA) : Uma Experiência Portuguesa na Construção Civil*. In: Inter American Conference on Non-Conventional Materials and Technologies in Ecological and Sustainable Construction, Rio de Janeiro - Brasil, 2005, November 11-15th. Disponível na internet em: http://www.ppgte.cefetpr.br/docentes/permanentes/eloy/Gestao_Integrada.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.

[11] - Fonseca, Paulo - *Reciclagem de Pavimentos Rodoviários*. RECIPAV – Engenharia e Pavimentos, Lda., Disponível na internet em: <http://www.recipav.pt/imagens/reciclagem.pdf>. Data de acesso: 3/02/2008.

[12] - Frias, Alexandra - *Valorização de Resíduos como Material de Construção de Obras Geotécnicas: Aplicação a lamas de pedreiras*. In: Comemorações dos 60 anos do LNEC, Lisboa, Maio 2007. Disponível na internet em: http://www-ext.lnec.pt/LNEC/60anos/dia_bolseiro/texto/apresentacoes.html. Data de acesso: 3/02/2008.

[13] - Silva, Catarina Raquel da - *A Problemática dos Resíduos de Construção e Demolição: Custos e Benefícios da Triagem*. 2004. Disponível na internet em: http://www.ceifa-ambiente.net/portugues/publicacoes/cadernos-ceifa/Caderno_CEIFA_06.pdf/view. Data de acesso: 3/02/2008.

[14] - Instituto Nacional dos Resíduos - *Gestão de Resíduos de Construção e Demolição em Portugal*. 2005. Disponível na internet em: http://www.cm-montemornovo.pt/reagir/Index_ficheiros/INR_507_RELATORIO_RCD_1%5B20051014%5D.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.

[15] - Diário da República, 1ª série - Nº 171 - *Regime Jurídico de Gestão de Resíduos - Decreto-Lei 178/2006*. Disponível na internet em: <http://dre.pt/pdf1sdip/2006/09/17100/65266545.PDF>. Data de acesso: 3/02/2008.

[16] - Ceifa-Ambiente - *Gestão Integrada de Resíduos: Triagem e Reciclagem (in situ e à posteriori) de RCD - Caso Renascimento*. 2007. Disponível na internet em: http://www.ceifa-ambiente.net/portugues/servicos/formacao/lusiada/eco-eficiencia-demateriais/RCD_Renascimento.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.

[17] - Diário da República - 1ª série - B - *Lista Europeia de Resíduos - Portaria 209/2004*. Disponível na internet em: <http://www.ccdrc.pt/ambiente/residuos/classificacao>. Data de acesso: 3/02/2008.

- [18] - Brito, Jorge de - *A Reciclagem de Resíduos na Construção e Demolição*. In: Workshop "A Reciclagem na Casa do Futuro", Aveiro, 31 Março 2006. Disponível na internet em: <http://www.aveirodomus.pt/workshop/6%20Reciclagem/4%20Jorge%20Brito.pdf>. Data de acesso: 3/02/2008.
- [19] - NYC Department of Design & Construction - *Construction & Demolition Waste Manual*. 2003. Disponível na internet em: <http://www.nyc.gov/html/ddc/html/ddcgreen/documents/waste.pdf>. Data de acesso: 3/02/2008.
- [20] - Pereira, Luís - *Portugueses irão produzir cimento reciclado*. Diário do Ambiente, 23 de Maio de 2007. Disponível na internet em: <http://diariodoambiente.blogs.sapo.pt/tag/reciclagem>. Data de acesso: 3/02/2008.
- [21] - Pereira, Luís H.; Jalali, Said; Aguiar, J. Barroso - *Viabilidade Económica de uma Central de Tratamento de Resíduos de Construção e Demolição*. Dezembro - 2004. Disponível na internet em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/2596>. Data de acesso: 3/02/2008.
- [22] - Silva, Cristina Leitão - *Gestão Resíduos de Construção em Obra*. In: Colóquio Urbanismo Sustentável e Eco-Arquitectura, Lourinhã, 22 Novembro 2006. Disponível na internet em: http://www.ceifa-ambiente.net/portugues/projectos/em-curso/tok-ceifiade/urbanismo-sustentavel-e-eco-arquitectura/actas-do-coloquio-urbanismo-sustentavel-e-eco-arquitectura/Cristina_Silva.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.
- [23] - Washington State Department of General Administration - Division of Engineering and Architectural Services - *Construction Waste Management: Guide - Methods to Save Money and Resources*. Abril 2003. Disponível na internet em: http://www.nahbrc.org/greenguidelines/userguide_resource_reuse.html. Data de acesso: 3/02/2008.
- [24] - *Why Construction Waste Management?*. Disponível na internet em: <http://oikos.com/library/waste/why.html>. Data de acesso: 3/02/2008.
- [25] - Chini, Abdol R.; Bruening, Stuart F. - *Deconstruction and Materials Reuse in the United States*. 2003. Disponível na internet em: <http://www.bcn.ufl.edu/iejc/pindex/109/chini.pdf>. Data de acesso: 3/02/2008.
- [26] - Vasconcelos, Sofia - Mercado dos RCD «precisa de tempo» para funcionar. Portal Ambiente Online, 07/01/2008, Disponível na internet em: <http://www.ambienteonline.pt/noticias/detalhes.php?id=6018>. Data de acesso: 03/02/2008.

[27] - Rosas, Cátia - *Sistemas de Gestão Ambiental: A Norma ISO 14001*. Gabinete Técnico da CONFAGRI, Disponível na internet em: <http://www.confagri.pt/Ambiente/AreasTematicas/DomTransversais/Documentos/doc58.htm>. Data de acesso: 3/02/2008.

[28] - Chini, Abdol R. - *Deconstruction and Materials Reuse: Technology, Economic, and Policy*, . In: CIB Publication 266, 6 April 2001. Disponível na internet em: <http://www.metro-region.org/index.cfm/go/by.web/id=24684>. Data de acesso: 3/02/2008.

[29] - Caixinhas, João - *Prevenção da Produção de Resíduos na Construção e Demolição*. In: Certificação Ambiental de Edifícios, Lisboa, 21/09/2006. Disponível na internet em: http://lisboaenova.org/pagina/images/stories/Formacao/2006/2_sessao_21_set/j_caixinhas/Apresentacao_Prevencao_ENova_JCaixinhas.pdf. Data de acesso: 03/02/2008.

[30] - Rosas, Cátia - *O Ciclo dos 3R's para o Consumidor: Redução, Reutilização e Reciclagem*. Departamento Técnico da CONFAGRI, 2004. Disponível na internet em: <http://www.confagri.pt/AmbienteAreasTematicasResiduosDocumentosresiduosdocoquepodefazer.htm>. Data de acesso: 3/02/2008.

[31] - Cavalheiro, José Tinoco - *Redução, Reutilização e Reciclagem*. Disponível na internet em: <http://paginas.fe.up.pt/~jotace/gtresiduos/recic.htm>. Data de acesso: 3/02/2008.

[32] - Dolan, Patrick J.; Lampo, Richard G.; Dearborn, Jacqueline C. - *Concepts for Reuse and Recycling of Construction and Demolition Waste*. 1999. Disponível na internet em: http://www.deconstructioninstitute.com/learning_center.php. Data de acesso: 3/02/2008.

[33] - Kernan, Paul - *Old to New - Design Guide: Salvage Building Materials In New Construction*. 2002. Disponível na internet em: <http://www.lifecyclebuilding.org/resources.htm>. Data de acesso: 3/02/2008.

[34] - Peterson, Thor - *Green Home Remodel: Salvage & Reuse*. 2005. Disponível na internet em: <http://www.lifecyclebuilding.org/resources.htm>. Data de acesso: 3/02/2008.

[35] - Powell Center for Construction and Environment - University of Florida - *Final Report: Design for Deconstruction and Reuse*. 2003. Disponível na internet em: http://www.buildingreuse.org/member_files/31/File/DfR03-20.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.

[36] - Couto, Armanda Bastos; Couto, J. Pedro; Teixeira, José M. Cardoso - *Desconstrução: uma ferramenta para a sustentabilidade da construção*. In: "NUTAU'2006 : Inovações Tecnológicas", São Paulo, Brasil, 2006, Disponível na internet em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6792>. Data de acesso: 3/02/2008.

[37] - Deconstruction Institute - *A Guide to Deconstruction*. Janeiro de 2003. Disponível na internet em: <http://www.epa.gov/reg5rcra/wptdiv/solidwaste/debris/brownfields/index.htm#S6>. Data de acesso: 3/02/2008.

[38] - Guy, Brad - *Rebuilding After Katrina Using Local Resources*. In: Deconstruction, Building Materials Reuse and C&D Recycling Conference, University of Wisconsin - Madison, 14/05/2007, Disponível na internet em: <http://www.union.wisc.edu/bmra/presentations/Guy%2005-15-07.pdf>. Data de acesso: 3/02/2008.

[39] - Metro-Region - *Construction Salvage and Recycling: TOOLKIT*. 2007. Disponível na internet em: <http://www.metro-region.org/index.cfm/go/by.web/id=24684>. Data de acesso: 3/02/2008.

[40] - Chini, Abdol R.; Schultmann, Frank - *Design for Deconstruction and Materials Reuse*. In: CIB Publication 272, 9 April 2002. Disponível na internet em: <http://www.cce.ufl.edu/Design%20for%20Deconstruction%20and%20Materials%20Reuse.pdf>. Data de acesso: 3/02/2008.

[41] - Chini, Abdol R. - *Deconstruction and Materials Reuse*. In: CIB Publication 287, 7-10 May 2003. Disponível na internet em: <http://search.ufl.edu/web?site=www.cce.ufl.edu%2f&query=reuse>. Data de acesso: 3/02/2008.

[42] - Madison Environmental Group - *Deconstruction Recycling, How-to Guide*. 2005. Disponível na internet em: www.madisonenvironmental.com. Data de acesso: 3/02/2008.

[43] - Schultmann, Frank - *A Model-Based Approach For The Management of Deconstruction Projects*. 2003. Disponível na internet em: <http://www.bcn.ufl.edu/iejc/pindex/68/schultmann.pdf>. Data de acesso: 3/02/2008.

Outros:

Agência Portuguesa do Ambiente - *Gestão de Resíduos de Construção e Demolição - Sessão de divulgação e esclarecimento*. Disponível na internet em: http://www.ccdra.gov.pt/residuos/Proj.REAGIR-RCD_%C3%89vora_APA.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.

Inspecção-Geral do Ambiente e do Ordenamento do Território - *Resíduos da Construção e Demolição*. (2004). Disponível na internet em: http://www.igaot.pt/documentos/Relatorio_Tematico/RT-ResiduosConstruDemolicao.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.

Kibert, Charles J. - *Forward: Sustainable Construction at the Start of the 21st Century*. 2003. Disponível na internet em: http://www.bcn.ufl.edu/iejc/pindex/10/forward_kibert.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.

Leigh, Nancey Green; Patterson, Lynn M. - *Construction & Demolition Debris Recycling for Environmental Protection and Economic Development*. 2004. Disponível na internet em: <http://www.brownfieldpros.org/index.cfm?ac=ProductDetails&PID=67>. Data de acesso: 3/02/2008.

Mimoso, Pedro - *Gestão de Resíduos de Construção e de Demolição*. In: Seminário Ibérico: Gestão de Entulhos e Sucatas, 24 Novembro 2006. Disponível na internet em: http://www.utad.pt/pt/eventos/sem_entulhos/comunicacoes/antonio_pedro_mimoso.pdf. Data de acesso: 3/02/2008.

Moreira, J. Pedro Vieira; Correia, António Gomes; Pereira, Paulo - *Contribuição para a Reutilização de Material Frezado em Camadas Estruturais de Pavimento*. In: Congresso Nacional de Geotecnia, Lisboa, 2006, Disponível na internet em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6786>. Data de acesso: 3/02/2008.

Wilson, Alex - *Building Deconstruction, Salvage, and C&D Recycling as Integral Components of Green Building*. In: Deconstruction, Building Materials Reuse and C&D Recycling Conference, University of Wisconsin - Madison, 14/05/2007, Disponível na internet em: <http://www.union.wisc.edu/bmra/presentations/Wilson.pdf>. Data de acesso: 3/02/2008.

Rosas, Cátia - *Gestão de Resíduos Sólidos*. Departamento Técnico da CONFAGRI, 2003. Disponível na internet em: <http://www.confagri.pt/Ambiente/AreasTematicas/Residuos/Documentos/documentoresiduosecoponto.htm>. Data de acesso: 3/02/2008.

ANEXOS

A1

A1. RELATÓRIO TIPO DA PRIMEIRA INSPECÇÃO AO EDIFÍCIO

Relatório Tipo da Primeira Inspecção ao Edifício

Projecto	
Morada do projecto	
Dono de obra	
Contacto	
Tipologia do Edifício	
Ano de construção	
Tipologia da estrutura resistente	
Nº de pisos	
Acessibilidades	
Área de construção	
Tipo e condições do terreno	
Aspectos positivos observados	<ul style="list-style-type: none"> • • • •
Aspectos negativos observados	<ul style="list-style-type: none"> • • • •
Observações	
Data de inspecção	
Condições meteorológicas	

A2

A2. CÓDIGOS LER - PORTARIA 209/2004 - RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Códigos LER - Portaria 209/2006 - Códigos para Resíduos da Construção e Demolição.

17 01 01	Betão.
17 01 02	Tijolos.
17 01 03	Ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos.
17 01 06	(*) Misturas ou fracções separadas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos contendo substâncias perigosas.
17 01 07	Misturas de betão, tijolos, ladrilhos, telhas e materiais cerâmicos não abrangidas em 17 01 06.
17 02 01	Madeira.
17 02 02	Vidro.
17 02 03	Plástico.
17 02 04	(*) Vidro, plástico e madeira contendo ou contaminados com substâncias perigosas.
17 03 01	(*) Misturas betuminosas contendo alcatrão.
17 03 02	Misturas betuminosas não abrangidas em 17 03 01.
17 03 03	(*)Alcatrão e produtos de alcatrão.
17 04 01	Cobre, bronze e latão.
17 04 02	Alumínio.
17 04 03	Chumbo.
17 04 04	Zinco.
17 04 05	Ferro e aço.

17 04 06	Estanho.
17 04 07	Mistura de metais.
17 04 09	(*)Resíduos metálicos contaminados com substâncias perigosas.
17 04 10	(*) Cabos contendo hidrocarbonetos, alcatrão ou outras substâncias perigosas.
17 04 11	Cabos não abrangidos em 17 04 10.
17 05 03	(*) Solos e rochas contendo substâncias perigosas.
17 05 04	Solos e rochas não abrangidos em 17 05 03.
17 05 05	(*) Lamas de dragagem contendo substâncias perigosas.
17 05 06	Lamas de dragagem não abrangidas em 17 05 05.
17 05 07	(*) Balastros de linhas de caminho de ferro contendo substâncias perigosas.
17 05 08	Balastros de linhas de caminho de ferro não abrangidos em 17 05 07.
17 06 01	(*) Materiais de isolamento contendo amianto.
17 06 03	(*) Outros materiais de isolamento contendo ou constituídos por substâncias perigosas.
17 06 04	Materiais de isolamento não abrangidos em 17 06 01 e 17 06 03.
17 06 05	(*) Materiais de construção contendo amianto (4).
17 08 01	(*) Materiais de construção à base de gesso contaminados com substâncias perigosas.
17 08 02	Materiais de construção à base de gesso não abrangidos em 17 08 01.

17 09 01	(*) Resíduos de construção e demolição contendo mercúrio.
17 09 02	(*) Resíduos de construção e demolição contendo PCB (por exemplo, vedantes com PCB, revestimentos de piso à base de resinas com PCB, envidraçados vedados contendo PCB, condensadores com PCB).
17 09 03	(*) Outros resíduos de construção e demolição (incluindo misturas de resíduos) contendo substâncias perigosas.
17 09 04	Mistura de resíduos de construção e demolição não abrangidos em 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03.

A3

A3. FOLHA PARA INVENTARIAÇÃO DO EDIFÍCIO

[illegible]

A4

A4. FOLHAS DE INVENTARIAÇÃO DO CASO PRÁTICO & REGISTO FOTOGRÁFICO

Folha de Registo: Inventariação de materiais e de elementos construtivos

Projecto:	Reabilitação da Cave de uma Moradia	FOLHA 1/2
Morada do projecto:	Rua 31 de Janeiro, nº113	
Dono de obra:	Pedro Diogo Reis Silva	
Data:	24-04-2008	

Local	Item	ID	Nível	QTD	Descrição	Condição	Destino
Arrumos	Interruptor luz 3 luzes	17 02 03. 1	1	1	Bege; com pequenas fendas e com manchas de tinta; 7,5X15,5cm	3	1
Arrumos	Interruptor luz 1 luz	17 02 03. 2	1	2	Bege; com manchas de tinta; 7,5X8,5cm	3	1
Arrumos	Interruptor luz 2 luzes	17 02 03. 3	1	2	Bege; com manchas de tinta; 7,5X8,5cm	3	1
Arrumos	Interruptor luz 1 luz	17 02 03. 4	1	1	Bege; 7,5X8,5cm	4	1
Arrumos	Interruptor luz 1 luz	17 02 03. 5	1	2	Branco; 8,5X8,5cm	5	1
Arrumos	Tomada elétrica	17 02 03. 6	1	5	Branco; 8,5X8,5cm	3	1
Arrumos	Tomada elétrica	17 02 03. 7	1	6	Bege; 7,5X8,5cm	3	1
Arrumos	Misturadora Cozinha	17 04 05. 8	1	1		3	1
WC	Misturadora Chuveiro	17 04 05. 9	1	1		3	1
WC	Lavatório	17 01 03. 10	1	1	Branco; 52x42x20cm	3	1
WC	Bidé	17 01 03. 11	1	1	Branco; 35x56x38cm	3	1
WC	Bacia de Retrete	17 01 03. 12	1	1	Branco; 37x50x40cm	3	1

WC	Tampo Bacia de Retrete	17 02 03. 13	1	1	Branco; 38x56cm	4	1
WC	Reservatório de água para BR	17 02 03. 14	1	1	Branco; 46x36x12cm; capacidade 10L	4	1
Arrumos	Porta Interior	17 02 01. 15	3	3	195x75x3,5cm; Folheada a madeira de Tola	4	1
WC	Porta Interior	17 02 01. 15	3	1	195x65x3,5cm; Folheada a madeira de Tola	2	2
Arrumos	Marcos Portas Interiores	17 02 01. 16	4	3	2*(200x13,5) + 75x13,5 cm; Madeira de Tola	4	1
WC	Marcos Portas Interiores	17 02 01. 16	4	1	2*(200x13,5) + 65x13,5 cm; Madeira de Tola	2	2
Arrumos	Guarnição Portas Interiores	17 02 01. 17	2	6	(2*205 + 80)cm; Madeira de Tola	4	1
WC	Guarnição Portas Interiores	17 02 01. 17	2	2	(2*205 + 70)cm; Madeira de Tola	2	2
Fachada Norte	Porta Exterior	17 02 01. 18	9	1	3 folhas; 260x195x3,5cm; Madeira de Afizélia	4	1
Fachada Este	Porta Exterior	17 02 01. 19	9	1	195x85x3,8cm; Madeira de Afizélia	4	1
Fachada Sul	Porta Exterior	17 02 01. 20	9	1	195x80x3,8cm; Madeira de Afizélia	4	1

Folha de Registo: Inventariação de materiais e de elementos construtivos

Projecto:	Reabilitação da Cave de uma Moradia	FOLHA 2/2
Morada do projecto:	Rua 31 de Janeiro, nº113	
Dono de obra:	Pedro Diogo Reis Silva	
Data:	24-04-2008	

Local	Item	ID	Nível	QTD	Descrição	Condição	Destino
Fachada Norte	Marcos Porta Exterior	17 02 01. 21	9	1	2*200+265cm; Madeira de Afizélia	4	1
Fachada Sul	Marcos Porta Exterior	17 02 01. 21	9	1	2*200+85cm; Madeira de Afizélia	4	1
Fachada Este	Marcos Porta Exterior	17 02 01. 21	9	1	2*200+80cm; Madeira de Afizélia	4	1
Fachada Sul	Painel Interior das Portas exteriores	17 02 01. 22	5	1	(2*200+85)x18,5cm; Madeira de Tola	4	1
Fachada Este	Painel Interior das Portas exteriores	17 02 01. 22	5	1	(2*200+80)x18,5cm; Madeira de Tola	4	1
Fachada Norte	Guarnição Portas exteriores	17 02 01. 17	2	1	2*200+265cm; Madeira de Tola	4	1
Fachada Sul	Guarnição Portas exteriores	17 02 01. 17	2	1	2*200+85cm; Madeira de Tola	4	1
Fachada Este	Guarnição Portas exteriores	17 02 01. 17	2	1	2*200+80cm; Madeira de Tola	4	1

Fachadas N, S, E	Folhas das Janelas	17 02 01. 23	6	8	Vidro simples; 80x95x4,5cm; Madeira de Afizélia	4	1
Fachadas N, S, E	Soleiras das Janelas	17 02 01. 24	7	4	160x16,5x5cm; Madeira de Afizélia	4	1
Fachadas N, S, E	Paineis das Janelas	17 02 01. 25	5	4	2*160x11,5+2*100x11,5cm; Madeira de Tola	4	1
Fachadas N, S, E	Guarnição das Janelas	17 02 01. 17	2	4	2*165+2*105cm; Madeira de Tola	4	1
Fachadas N, S, E	Marcos das Janelas	17 02 01. 26	7	4	165+2*100cm; Madeira de Afizélia	4	1
Fachadas N, S, E	Lâminas estores	17 04 02. 27	8	4	165x150cm; com isolante acústico; cor castanho	4	1
Fachadas N, S, E	Calhas estores	17 04 02. 28	8	4	2*160x2cm; com escovas; cor castanho	4	1
Fachadas N, S, E	Rolo de fita dos estores	17 04 02. 29	8	4		4	1
WC	Torneiras	17 04 05. 30	1	2	Torneiras do bidé em mau estado de funcionamento	2	2
WC	Torneira	17 04 05. 31	1	1		4	1

Registo fotográfico de todos os elementos inventariados.



17 02 03.1



17 02 03.2



17 02 03.3



17 02 03.4



17 02 03.5



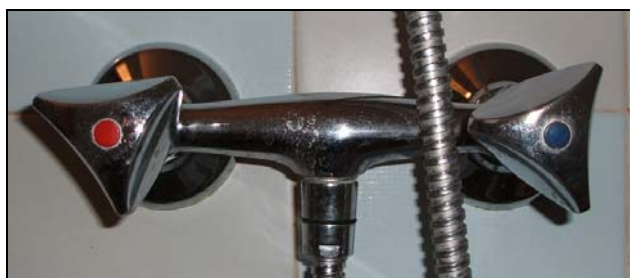
17 02 03.6



17 02 03.7



17 04 05.8



17 04 05.9



17 01 03.10



17 01 03.11



17 01 03.12



17 02 03.13



17 02 03.14



17 02 01. 15



17 02 01. 16



17 02 01. 17



17 02 01. 18



17 02 01. 19



17 02 01. 20



17 02 01. 21



17 02 01. 22



17 02 01. 23



17 02 01. 24



17 02 01. 25



17 02 01. 26



17 04 02. 27



17 04 02. 28



17 04 02. 29



17 04 05. 30



17 04 05. 31

